



COD. SAMBU.CZ.IT.SIA.08.PRGEN.00.

ENERGIA LEVANTE S.R.L.



FILE TIPO D

PROCEDURA DI VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO EOLICO "SAMBUCELLO" DI POTENZA 50 MW DA REALIZZARE NEL TERRITORIO DEI COMUNI DI MARCELLINARA, MAIDA E CARAFFA DI CATANZARO IN PROVNCIA DI CATANZARO



Titolo Elaborato:

RILEVAMENTI IN MODALITÀ LIDAR

Formato Scala

VARI

-

Codice Elaborato:

Identificativo	Provincia	Nazione	Procedura	Settore	Tipo Elaborato	Revisione	Numero Progressivo
SAMBU.	CZ.	IT.	SIA.	08.	PRGEN.	00.	17

Committente:

ENERGIA LEVANTE S.R.L.



Via L. Gaurico n°9/11 - Regus Eur - 4° piano - 00143 Roma (Italia)
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - Tel. (+39) 0654832107
E_Mail: sserenewables.com - PEC: energialevantesrl@legalmail.it

Progettazione:



via Don Minzoni 95 87036 Rende (CS)
Pec: e.cosrl@legalmail.it

Codice Progetto

N° Revisione

Data revisione

Redazione Interna

Redazione Esterna

CZ_22_03/AU-VIA

00

luglio 2023

E.co Srl

No

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3	SISTEMA LIDAR – ORTOFOTOGRAMMETRICO	5
4	PANORAMICA DEL VOLO E CONFIGURAZIONE SENSORI	6
5	ACQUISIZIONE LIDAR	9
5.1	REGOLAZIONE RELATIVA ED ASSOLUTA	10
5.2	CLASSIFICAZIONE DELLE NUVOLE DI PUNTI	11
5.3	SCHEMA DEI RIQUADRI	11
5.4	MODELLO DIGITALE DEL TERRENO.....	12
6	ACQUISIZIONE FOTOGRAMMETRICA	13
6.1	FOTOGRAMMI OBLIQUI	13
6.2	FOTOGRAMMI VERTICALI E AEROTRIANGOLAZIONE AUTOMATICA	13
6.3	GROUND CONTROL POINT.....	14
6.4	PRODUZIONE DI ORTOFOTO.....	14
7	RAPPORTI AEROTRIANGOLAZIONE.....	16
	ALLEGATO 1 – MODELLO DIGITALE DEL TERRENO.....	28
	ALLEGATO 2 – CURVE DI LIVELLO	29
	ALLEGATO 3 – ORTOMOSAICO	30
	ALLEGATO 4 – SCHEDE TECNICHE STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	31

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Caratteristiche dimensionali aerogeneratori.....	3
Figura 2 - Ubicazione dell'area di intervento.....	4
Figura 3 - Pianificazione linee di volo.....	6
Figura 4 - Dimensioni e specifiche tecniche dell'elicottero utilizzato per i rilievi	7
Figura 5 - Elicottero AS 350 B3 in assetto di volo equipaggiato con la strumentazione per il rilievo	8
Figura 6 - Esempio di precisione della posizione inerziale stimata per una missione di volo.	9
Figura 7 - Esempio di precisione della stima inerziale dell'assetto per una missione di volo.	9
Figura 8 - Sovrapposizione strisciate pre (in alto) e post (in basso) correzione e calibrazione.	10
Figura 9 - File .las colorati con ortofoto	11
Figura 10: Suddivisione dell'area in riquadri.....	12
Figura 11 - Griglia DTM 50x50 cm	12
Figura 12 - Ubicazione scatti fotogrammi obliqui con geotag.	13
Figura 13 - Panoramica ortomosaico	14
Figura 14 - Viste dettagliate ortomosaico.....	15

1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione definitiva del Parco Eolico "Sambucello", su incarico della Società "Energia Levante S.r.l.", società di "SSE Renewables", la società TOPCAD INGENIERÍA S.L., con sede a *C/ Rafael Fernandez Cardoso, Bajo 20-22, Bajo Nº, 27700- Ribadeo, Lugo, Spagna* ha eseguito un rilievo planoaltimetrico con modalità LiDAR ed ortofotogrammetrico da elicottero. Lo scopo della presente relazione è quello di descrivere le metodologie esecutive utilizzate per l'esecuzione dei rilievi e la rappresentazione dei prodotti elaborati.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza elettrica pari a 50.00 MWe, costituito da 10 aerogeneratori della potenza uninominale pari a 5.00 MWe di tipo SIEMENS Gamesa SG 5.0-145 ricadenti nei Comuni di Maida, Marcellinara e Caraffa in Provincia di Catanzaro nonché le relative opere di connessione.

Le opere di connessione ricomprendono:

- la Sottostazione Utente (cosiddetta Step-up), in cui avverrà la trasformazione da media ad alta tensione;
- il cavidotto MT di collegamento tra gli aerogeneratori e la Sottostazione Utente;
- il cavidotto di connessione AT di collegamento tra la Step-Up ed il punto di connessione alla Stazione elettrica di Terna che consentirà la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);

Il parco eolico "Sambucello" sarà quindi costituito da un complesso di 10 aerogeneratori con altezza massima al mozzo di 102.5 m e con un diametro del rotore di 145 m per un'altezza massima di 175.00 m.

L'esatta posizione degli aerogeneratori è diretta conseguenza dello studio del regime eolico effettuato con l'installazione di una torre di misura anemometrica e l'elaborazione dei dati ottenuti tramite un programma di simulazione.

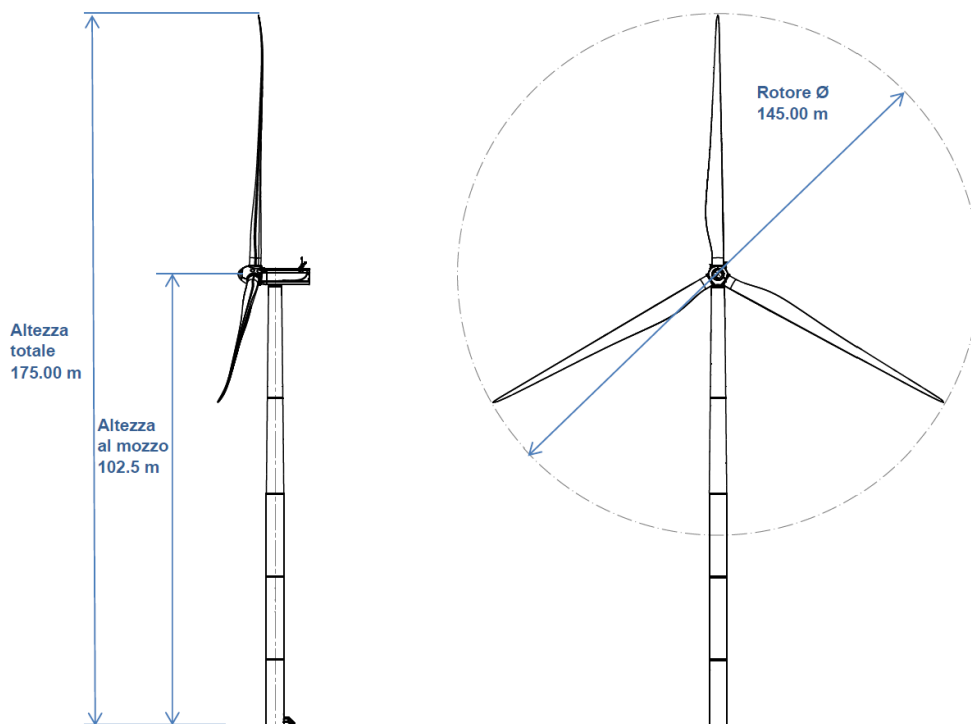


Figura 1 - Caratteristiche dimensionali aerogeneratori.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area individuata per la realizzazione del parco eolico denominato "Sambucello", è ubicata in Calabria nella Provincia di Catanzaro. L'area dista circa 30 km dalla città di Catanzaro 15 e ricade all'interno dei territori dei Comuni di Maida, Caraffa di Catanzaro e Marcellinara.



Figura 2 - Ubicazione dell'area di intervento

Di seguito si riportano i dati riguardanti l'ubicazione delle singole WTG:

COORDINATE SYSTEM

Proiezione	UTM
Datum	WGS84
Zona	33

Energia Levante S.r.l.



No. (*)	Easting (m)	Northing (m)	Altitude (m)	Comune
2B	624524	4307273	199.70	Marcellinara (CZ)
3	624213	4306630	245.00	Marcellinara (CZ)
4	624957	4306723	263.53	Marcellinara (CZ)
5	625320	4307749	225.00	Marcellinara (CZ)
6	625974	4307593	295.95	Marcellinara (CZ)
8	626322	4306823	330.00	Marcellinara (CZ)
9	624856	4305860	243.00	Maida (CZ)
10	625456	4305784	274.00	Maida (CZ)
11	626633	4305939	300.18	Caraffa di Catanzaro (CZ)
12	627259	4306067	329.00	Caraffa di Catanzaro (CZ)

3 SISTEMA LIDAR – ORTOFOTOGRAMMETRICO

È un sistema di sensori con posizionamento e sincronizzazione inerziale di alta precisione per l'acquisizione di dati geospaziali. Le sue caratteristiche principali sono:

- Capacità di operare in qualsiasi ambiente: terra, mare e aria.
- Gestione dei diversi sensori da un'interfaccia comune.
- Modifica delle impostazioni in tempo reale
- Sincronizzazione accurata dei dati acquisiti.
- Aiuto alla navigazione.
- Controllo completo dell'esecuzione dell'acquisizione dati dall'applicazione di acquisizione dati.
- Configurazione adattabile a tutti i tipi di velivoli (ad ala fissa o mobile), grazie alle dimensioni e al peso ridotti e ai collegamenti a prova di vibrazioni.

Lo scopo del sistema è ottenere dati fotogrammetrici e LIDAR posizionati con precisione:

- Dati di navigazione inerziale GNSS + INS: il calcolo più accurato viene effettuato in post-processing con tecnica differenziale a partire da una base di coordinate note. Esiste anche la possibilità di effettuare il calcolo in PPP, senza l'ausilio di una base e contando con le correzioni delle effemeridi precise.
- I dati LiDAR sono ottenuti per creare MDT, MDS o altri dati derivati come la biomassa, i volumi, le caratteristiche delle linee elettriche e di altre reti di servizi.
- Vengono scattate fotografie aeree RGB zenitali e oblique ad alta risoluzione per ottenere le ortofoto mediante la rettifica dei fotogrammi e la cartografia vettoriale viene disegnata mediante restituzione fotogrammetrica.

Per effettuare l'indagine sono state utilizzate le seguenti apparecchiature.

Attrezzatura	Marca e modello
Elicottero	AS-350-B3
Laser scanner aereo	RIEGL VQ-580II
Sensore di movimento IMU	iIMU-FSAS-NG-SI-SM- E1-SP
Telecamera fotografica aerea digitale RGB	Phase One IXU-RS 1000
Fotocamera aerea digitale RGB/NIR OBLIQUE/ZENITHAL	Phase One IXU-150
GNSS	GPS Javad TR-G3T
Antenna GNSS	Antcom
Unità di sincronizzazione e controllo	UNITÀ DI CONTROLLO
Unità di alimentazione	UA
Unità di alimentazione e controllo	UPC
Computer industriale	AEPC
Software ADQUISICION	RIEGL
Periferiche: schermi	Inelmatico

Le schede tecniche della suddetta strumentazione sono riportate in allegato alla presente relazione.

4 PANORAMICA DEL VOLO E CONFIGURAZIONE SENSORI

Il piano di volo è stato sviluppato per acquisire dati Lidar secondo i confini del progetto indicati dalla Committenza.

Il piano di volo è stato progettato con una sovrapposizione minima del 35% (per il laser) delle strisce, riducendo al minimo l'ombra del laser e gli spazi vuoti per garantire la densità finale dei punti in tutto il progetto. Per le immagini, la sovrapposizione laterale è stata del 30% e la sovrapposizione frontale del 70% per garantire un buon risultato di aerotriangolazione.

La pianificazione del volo lidar e fotografico è stata eseguita utilizzando il software Topo Flight per trovare i parametri ottimali per soddisfare i requisiti del progetto e per adattarsi ai cambiamenti del terreno. TOPCAD ha utilizzato il sistema presentato sopra per coprire il sito, che è stato attentamente esaminato e analizzato per trovare i parametri ottimali:



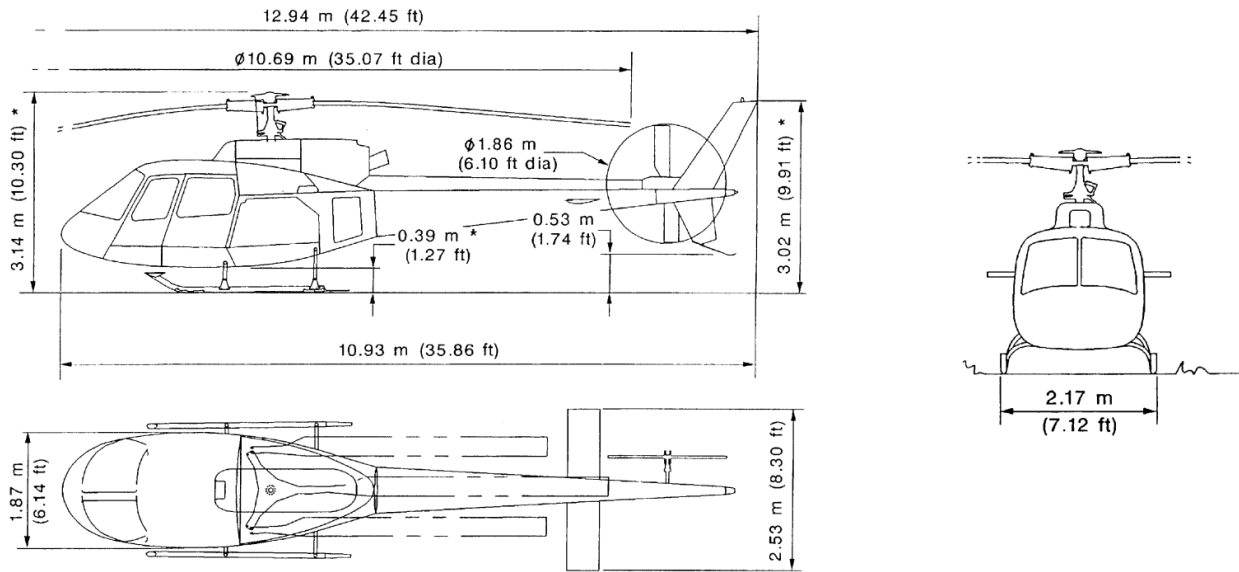
Figura 3 - Pianificazione linee di volo

Di seguito si riportano i parametri utilizzati per l'esecuzione del rilievo.

GSD	2,8 cm
AGL	400m
Velocità dell'elicottero	40 nodi
Frequenza laser	600kHz
Densità LiDAR sul NADIR	30 punti/m2
FOV del laser	75°
FOV della telecamera	56°

I dati LiDAR e fotografici sono stati acquisiti, con il sistema montato su elicottero AS 350 B3, nei giorni 16, 17 e 18 di dicembre 2021 (la mobilitazione e la smobilitazione sono state effettuate

un giorno prima dell'acquisizione dei dati e il giorno dopo il completamento dell'acquisizione dei dati).



SPECIFICATIONS

MOTORE/I: (ENGINE/S)		PESI: KG (LBS) (WEIGHT)	
TIPO (TYPE)	N° 1 ARRIEL 2B1	PESO MASSIMO AL DECOLLO (CARICO INTERNO) (MAXIMUM GROSS WEIGHT (INTERNAL LOAD))	2.250 (4.960)
COSTRUTTORE (MANUFACTURER)	TURBOMECA GRUPPO SAFRAN	PESO MASSIMO AL DECOLO (CARICO ESTERNO) (MAXIMUM GROSS WEIGHT (EXTERNAL LOAD))	2.800 (6.173)

POTENZA MOTORE: HP (kW) (ENGINE RATING)		CARBURANTE: LITRI (KG) (FUEL)	
DECOLLO (SOLO MOTORE) (TAKE OFF (ENGINE ONLY))	746 (556)	TIPO (TYPE)	JET A-1
		TOTAL CAPACITY (TOTAL CAPACITY)	540 (421)

POTENZA ELICOTTERO: HP (kW) (TRANSMISSION RATINGS)		CAPACITA' DI CARICO: KG (LBS) (CARGO CAPACITY)	
POTENZA MAX TRASMISS (MAX POWER AT MAST)	848 (632)	CESTELLO (BASKE)	91 (200)
POTENZA CONTINUA TRASMISS. (CONTINUOUS POWER AT MAST)	728 (543)	GANCIO BARICENTRICO ALL LIVELLO DEL MARE (CARGO HOOK AT SEA LEVEL)	1.400 (3.110)
		PASSEGGERI TOTALI (CON PILOTA) (MAX PASSENGER WITH PILOT)	6

PERFORMANCE

MAXIMUM SPEED IAS (SL) – KM/HR (KN)	287 (155)
MAXIMUM RANGE - KM (NM)	710 (394)

Figura 4 - Dimensioni e specifiche tecniche dell'elicottero utilizzato per i rilievi



Figura 5 - Elicottero AS 350 B3 in assetto di volo equipaggiato con la strumentazione per il rilievo

5 ACQUISIZIONE LIDAR

Durante la missione aerea Lidar è stata utilizzata la tecnica Airborne GNSS (AGNSS), che prevede l'ottenimento delle coordinate X,Y,Z del laser durante l'acquisizione aerea. I dati raccolti durante il volo vengono post-elaborati in un file binario Smoothed Best Estimate of Trajectory (SBET) della traiettoria del laser, che è il risultato dell'elaborazione combinata dei dati satellitari GNSS e dei dati dell'Inertial Motion Unit (IMU) e viene utilizzato insieme ai punti di controllo a terra per georeferenziare la nuvola di punti laser durante il processo di mappatura.

Tutti i LiDAR sono stati acquisiti utilizzando un Riegl VQ-580-ii sincronizzato con il sistema GNSS/IMU iIMU-FSAS-NG-SI. Durante i voli, il ricevitore a bordo dell'aereo ha registrato i dati GNSS a un intervallo di 1,0" (5 Hz) e i dati IMU a un intervallo di .002" (550 Hz).

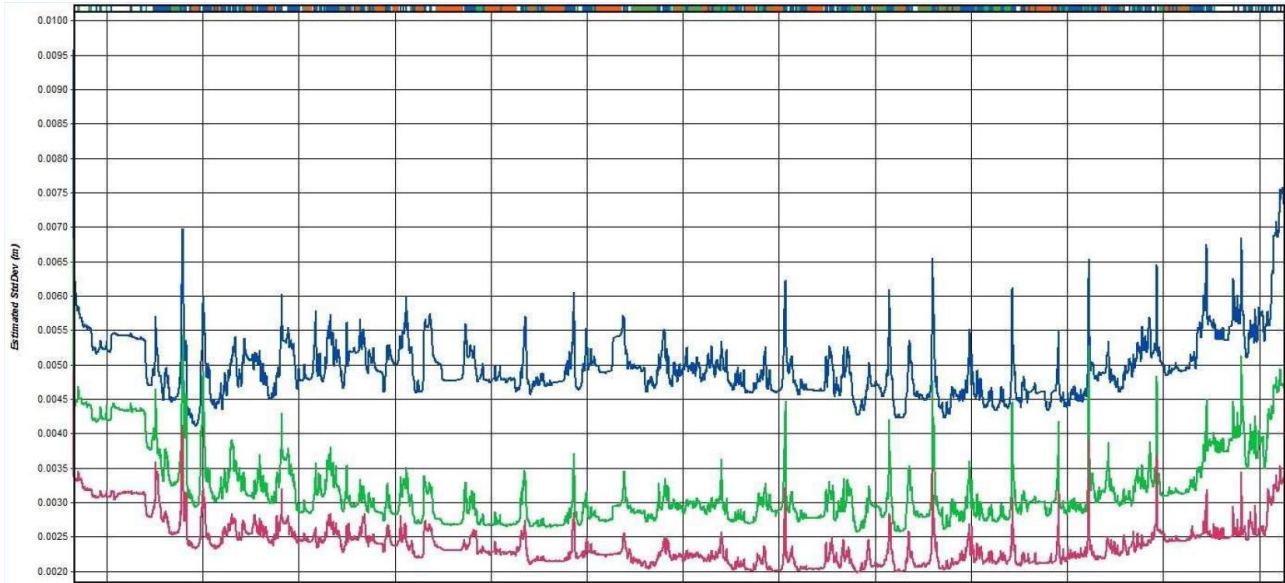


Figura 6 - Esempio di precisione della posizione inerziale stimata per una missione di volo.

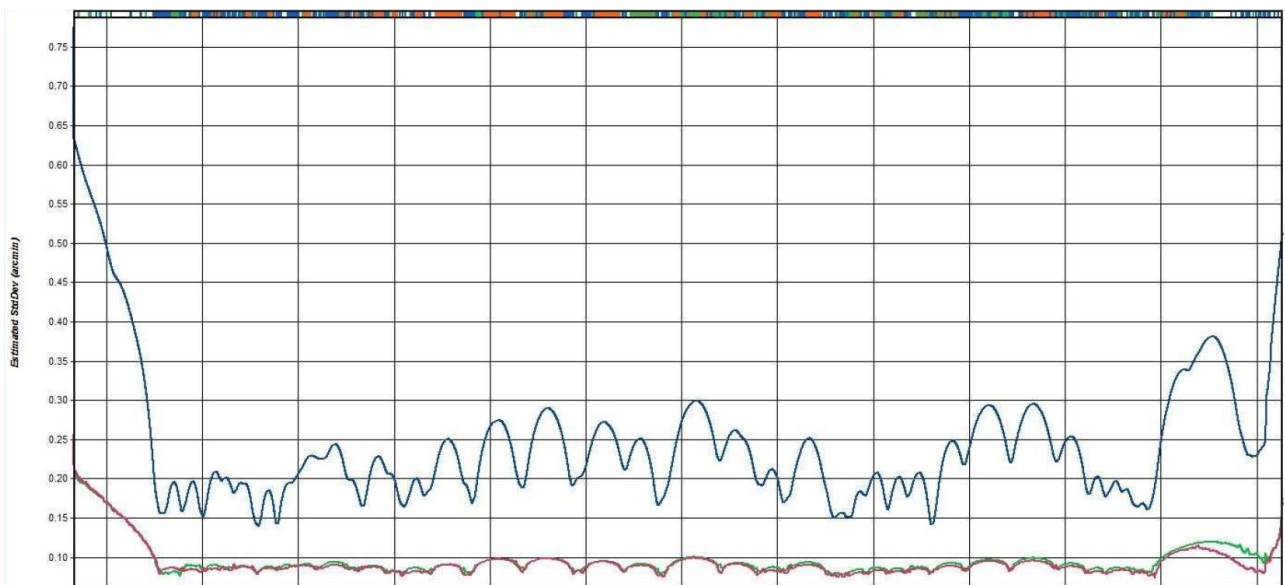


Figura 7 - Esempio di precisione della stima inerziale dell'assetto per una missione di volo.

Dopo il volo, i dati GNSS sono stati post-elaborati utilizzando il software Waypoint Products Group Inertial Explorer versione 8.60.4609 di NovAtel, utilizzando la funzione GNSS differenziale

grazie ai dati Rinex di due basi GNSS (STONEX S10 e SETTOP) posizionate nell'area di progetto, utilizzando anche file di correzione dell'orbita e dell'orologio precisi.

Per il volo, gli offset del braccio di leva tra l'IMU e il centro di fase L1 dell'antenna del velivolo sono stati calcolati con un modello 3D del POD e con le misurazioni della stazione totale effettuate sul campo (X: -0,390 m/ Y: +1,669 m/ Z: +1,869 m). Utilizzando la caratteristica di copiatura libera, i dati GNSS e IMU sono stati combinati per ottenere una traiettoria precisa del volo. Dopo aver indicato il braccio di leva del laser scanner, i dati sono stati esportati su proiezione WGS84 e geoida globale EGM08.

5.1 REGOLAZIONE RELATIVA ED ASSOLUTA

La regolazione relativa e assoluta di tutte le strisce è stata effettuata con TerraScan e TerraMatch. TerraMatch esegue l'estrazione automatica di superfici planari dalla nuvola di punti in base a parametri specificati per progetto. La determinazione del piano di vincolo stabilisce quindi la corrispondenza tra i piani delle linee di volo sovrapposte. Tutti i centri dei piani di tutte le linee che formano un blocco vengono ordinati in una griglia. Vengono utilizzate le superfici dei piani delle linee di volo sovrapposte, co-localizzate entro una tolleranza accettabile e testate per verificarne la corrispondenza.

Per l'autocalibrazione viene selezionato un insieme di piani di vincolo appropriati. I criteri di selezione sono la dimensione e la forma, il numero di punti laser, la pendenza, l'orientamento rispetto alla direzione di volo, la posizione all'interno della linea di volo e l'errore di adattamento. Tutti questi criteri hanno un effetto in quanto determinano la geometria della regolazione. I parametri di autocalibrazione vengono quindi calcolati e utilizzati per ricalcolare le coordinate dei punti laser (X,Y,Z). Anche le superfici planari vengono ricalcolate per una regolazione finale.

Il risultato della calibrazione è stato: H: -0,14799° R: -0,0145° P: +0,1764°.

Inoltre, la missione è stata ulteriormente rivista e regolata in TerraMatch utilizzando l'approccio delle *tie lines*. Il software misura la differenza tra le linee (osservazioni) in strisce sovrapposte. Queste differenze osservate vengono tradotte in valori di correzione per l'orientamento del sistema - elevazione, direzione, rollio, beccheggio e scala dello specchio. Nella valutazione dell'adattamento assoluto dei dati sono stati utilizzati più di 90 punti di aggiustamento.

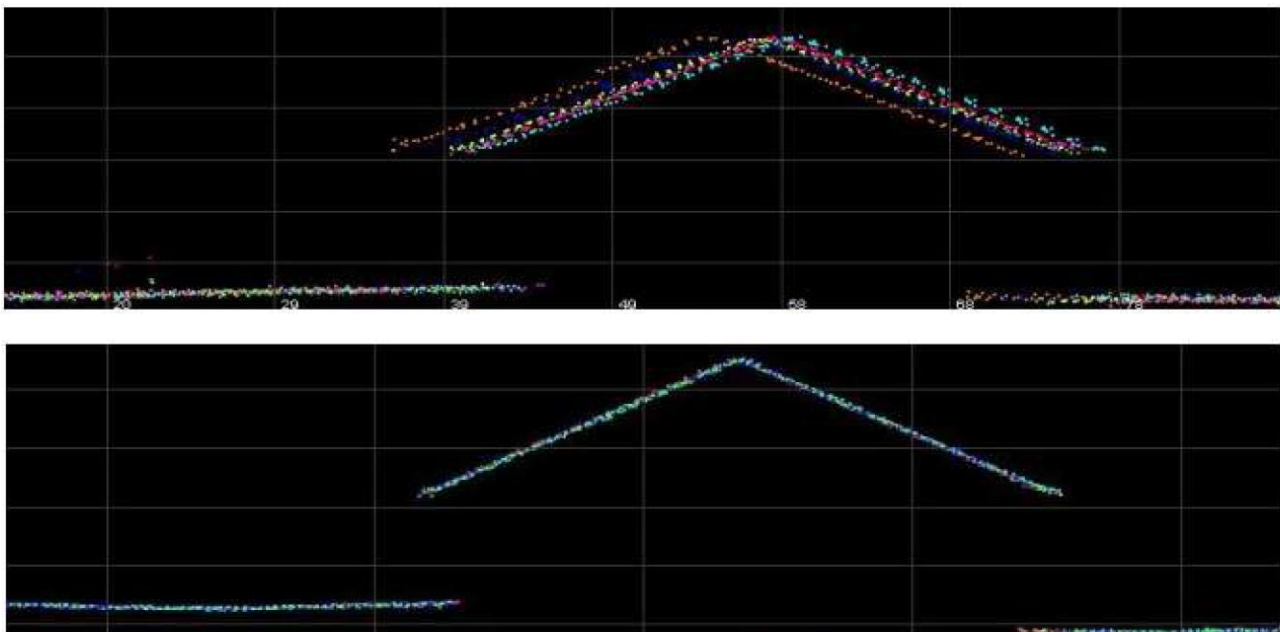


Figura 8 - Sovrapposizione strisciate pre (in alto) e post (in basso) correzione e calibrazione.

5.2 CLASSIFICAZIONE DELLE NUVOLE DI PUNTI

Una volta ottenuta la regolazione della nuvola di punti con la precisione desiderata, tutte le strisce sono state classificate. I dati in formato LAS sono stati prima classificati automaticamente da DTM Toolkit.

Ogni sito è stato valutato per le dimensioni ed è stato tagliato in mattonelle di lavoro di dimensioni gestibili e controllato e modificato manualmente con TerraSolid e DTMaster per correggere eventuali errori di classificazione. Nel processo di classificazione sono state delineate le seguenti classi:

02	Terreno
03	Vegetazione bassa
04	Vegetazione media
05	Vegetazione alta
06	Edifici e strutture
09	Corpi idrici

Dopo la classificazione, i LAS sono stati colorati con le ortofoto.

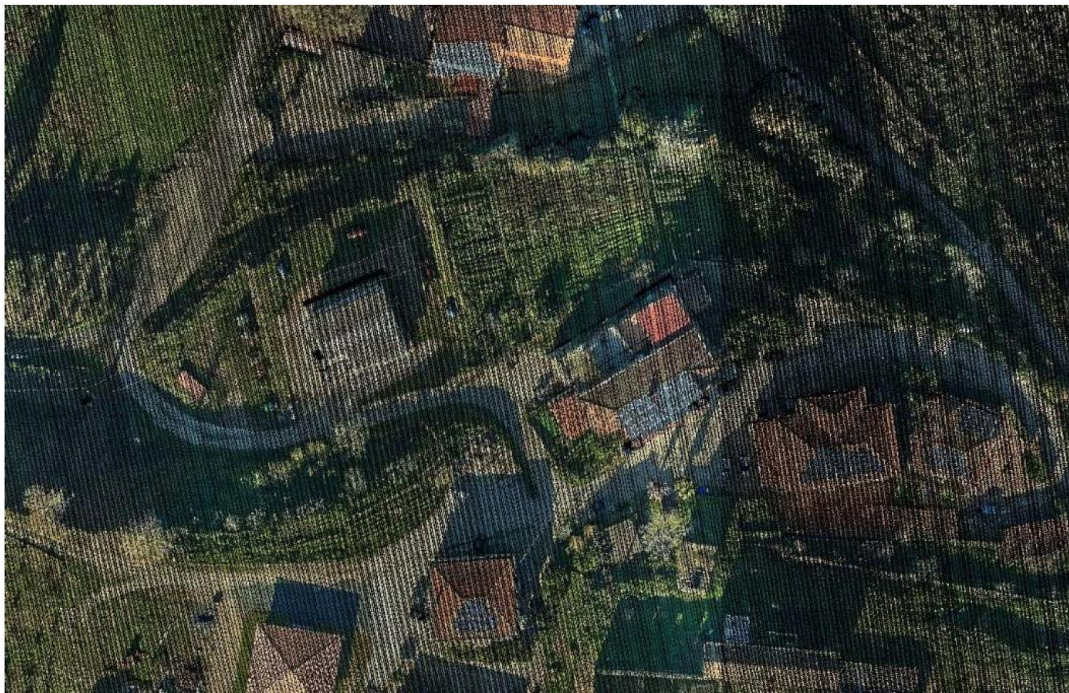


Figura 9 - File .las colorati con ortofoto

5.3 SCHEMA DEI RIQUADRI

I punti finali sono stati suddivisi in riquadri con indicazione del confine di progetto.

1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1I	1J	1K	1L
2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G	2H	2I	2J	2K	2L
3A	3B	3C	3D	3E	3F	3G	3H	3I	3J	3K	3L
4A	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4I	4J	4K	4L
5A	5B	5C	5D	5E	1A	1B	1C	1	1	1F	1G
					2A	2B	SST Maida	2	2F	2G	
					3A	3B	3	3	3F	3G	
					4A	4B	4C	4	4	4F	4G

Figura 10: Suddivisione dell'area in riquadri.

5.4 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

I punti classificati come terreno sono stati interpolati con linee di discontinuità in DTM Toolkit per generare un Modello digitale del terreno di 50x50 cm:

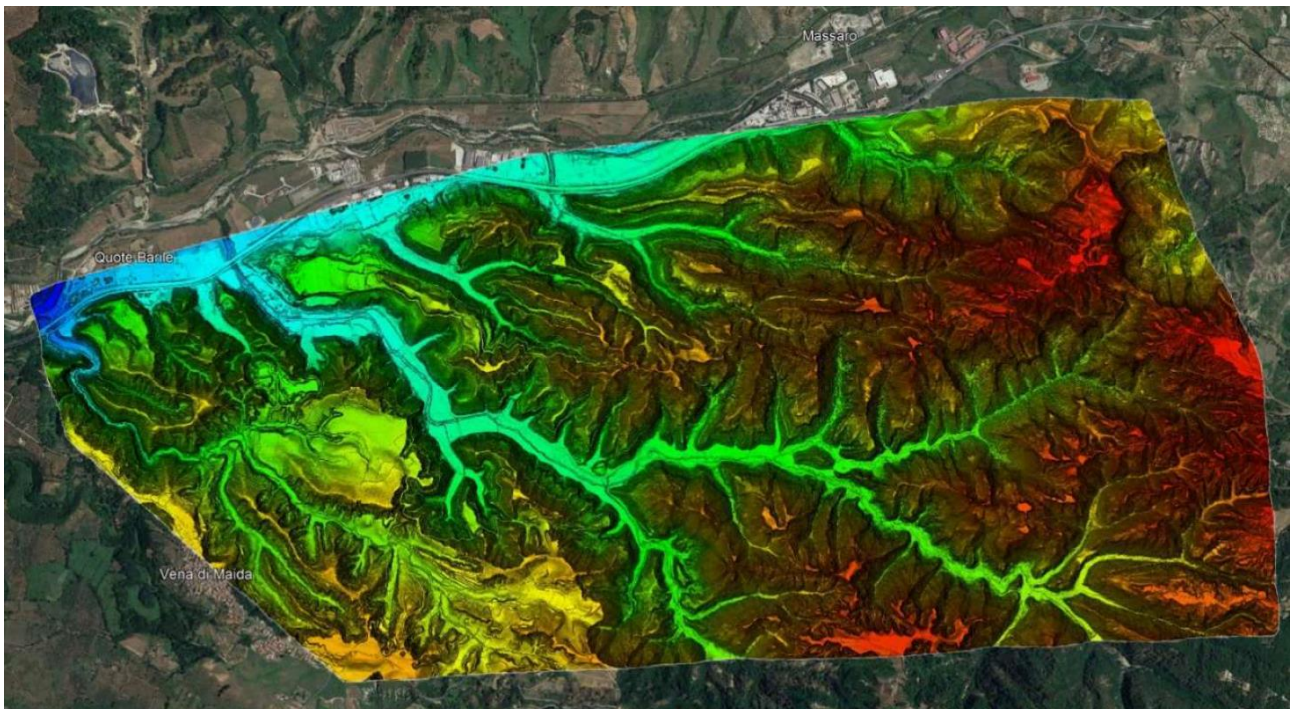


Figura 11 - Griglia DTM 50x50 cm

6 ACQUISIZIONE FOTOGRAMMETRICA

Tutti i fotogrammi sono dotati di referenziazione geografica:

- Obliqui: posizione centrale della foto.
- Verticali: posizione centrale della foto e angoli di assetto.

6.1 FOTOGRAMMI OBLIQUI

I fotogrammi obliqui sono particolarmente utili per verificare le condizioni degli elementi sopraelevati e dell'ambiente circostante. La dimensione dei pixel di 1,1 cm (al centro del fotogramma) consente di rilevare anche i dettagli più piccoli.

I fotogrammi sono stati consegnati collegati a un file in formato kmz. I fotogrammi hanno due risoluzioni, dipendenti dal dettaglio desiderato da osservare.



Figura 12 - Ubicazione scatti fotogrammi obliqui con geotag.

6.2 FOTOGRAMMI VERTICALI E AEROTRIANGOLAZIONE AUTOMATICA

Con l'aerotriangolazione automatica (AAT) è stata effettuata la misurazione delle fotocoordinate dei punti ad alta numerazione nelle aree di Von Grüber. In questo modo, i fotogrammi rimangono saldamente saldati e le parallassi sono completamente eliminate. Per la sua esecuzione è stato utilizzato il software Match- AT di Inpho.

L'aerotriangolazione automatica supera notevolmente la manovra classica, ottenendo centinaia di punti per fotogramma, la maggior parte dei quali misurati al m.s. in due fotogrammi. In seguito è stato effettuato un processo di ottimizzazione del numero di punti, ottenendo una quantità pari a quella di 100 per fotogramma e, naturalmente, la migliore di tutte quelle prese. I punti di transito ottenuti vengono raccolti nelle aree di Von Grüber e costituiscono la base per le ulteriori regolazioni del fascio.

In primo luogo, il software seleziona le aree di collegamento e i punti di transito. Queste aree sono situate nelle posizioni standard di Van Grüber. Il processo è facilitato dall'introduzione dell'orientatura esterna approssimativa (OE) ottenuta dalla misura inerziale e dal contributo MDT del volo LIDAR.

Alla fine del processo, si hanno circa 100 punti per foto, ogni punto misurato in più di due foto, tutte nella gamma di aree di Von Grüber.

I punti di appoggio e di controllo sono stati introdotti prima della misurazione dell'AT per poter effettuare la regolazione corrispondente.

6.3 GROUND CONTROL POINT

Per raggiungere le precisioni finali nel progetto fotogrammetrico, è necessario affidarsi a punti di appoggio aggiuntivi a terra. La selezione della quantità di punti e la posizione sono strettamente condizionati da altri processi che, in concomitanza tra loro, permettono di ridurre al minimo gli errori: aerotriangolazione automatica, preciso orientamento esterno delle proiezioni centrali dei fotogrammi e un'accurata regolazione mediante il metodo del fascio, compresa l'individuazione di errori grossolani e l'introduzione di ulteriori incognite come le misure principali della telecamera (distanza focale, PPA e PPS), il vettore dell'eccentricità (disallineamento e spostamento delle telecamere IMU, nonché un time-gap nel rilevamento del tempo) e parametri aggiuntivi sulla calibrazione della telecamera con una griglia di distorsioni interne.

La precisione dei punti di appoggio deve superare i 10 cm. È indispensabile che i punti di appoggio siano perfettamente identificabili nei fotogrammi e che si trovino a livello del terreno. I punti di appoggio possono essere ottenuti direttamente dalla nuvola di punti LIDAR grazie alla sua alta densità. Per questo, i punti di appoggio nel fotogramma devono essere identificati nella nuvola.

6.4 PRODUZIONE DI ORTOFOTO

Si è proceduto alla rettifica dei fotogrammi con gli orientamenti esterni e i parametri della telecamera ottenuti dalla regolazione e l'MDT proveniente dai dati LIDAR filtrati e classificati con TerraScan. A tale scopo si utilizza il software Orthomaster di Inpho. Il prodotto finale è una collezione di ortofoto dall'aspetto continuo, suddivisa in base al riquadro.

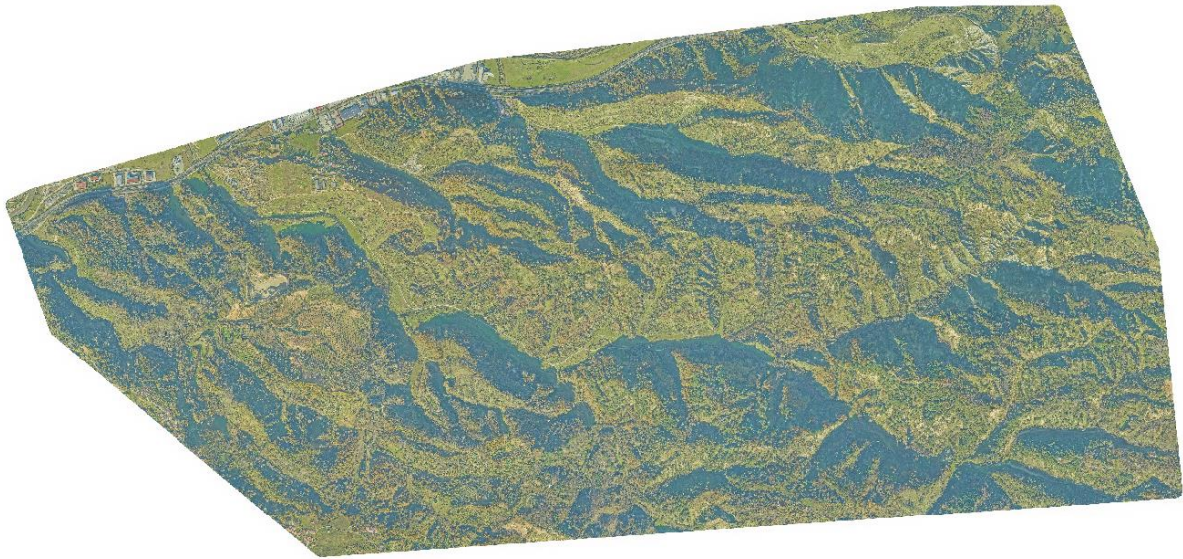


Figura 13 - Panoramica ortomosaico



Figura 14 - Viste dettagliate ortomosaico

7 RAPPORTI AEROTRIANGOLAZIONE



MATCH-AT

Procesando información

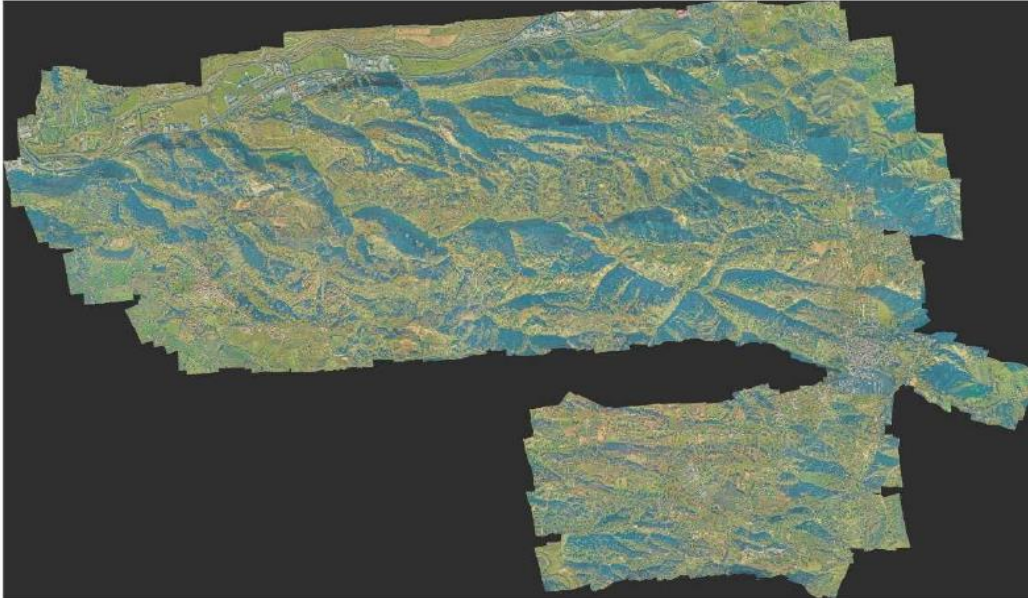
Información del proyecto general

Nombre del proyecto	20211213_VUELO_ITALIA_CATANZARO
Proceso	Georeferenciación
Nodo de la computadora	LIDAR-PC
Sistema operativo	Microsoft Windows 7 Professional Service Pack 1 (build 7601), 64-bit, version 6.1
Máquina	Intel(R) Xeon(R) CPU 670 0 @ 2.60GHz 32 cores 47.9 GByte RAM
Nombre de usuario	TOPCAD_LIDAR
Informar tiempo de generación	Thu Jan 06 00:44:40 2022
Tiempo de procesamiento	Thu Jan 06 00:43:32 2022
Fichero de resultados	//172.16.1.15/e/20211213_GAMESA_ITALIA/10_MATCH/CATANZARO/20211213_VUELO_ITALIA_CATANZARO.prj
Número de imágenes usadas	1583 de 1583
Número de cámaras usadas	1 de 1
Número de pasadas	27
Altura de vuelo	min=467.4 / avg=676.3 / max=812.5 [m]
Altura del terreno	min=43.4 / avg=226.3 / max=417.9 [m]
Escala media de la imagen	1 : 8705
Sistema de coordenadas	PROJCS["WGS 84 / UTM zone 33N", GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",SPHEROID["WGS 84", 6378137,298.257223563,AUTHORITY["EPSG","7030"]], AUTHORITY["EPSG","6326"]], PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]], UNIT["degree",0.01745329251994328,AUTHORITY["EPSG", "9122"]], AUTHORITY["EPSG","4326"]], UNIT["metre",1,AUTHORITY["EPSG","9001"]], PROJECTION["Transverse_Mercator"], PARAMETER["latitude_of_origin",0], PARAMETER["central_meridian",15], PARAMETER["scale_factor",0.9996], PARAMETER["false_easting",500000], PARAMETER["false_northing",0], AUTHORITY["EPSG","32633"], AXIS["Easting",EAST], AXIS["Northing",NORTH]]



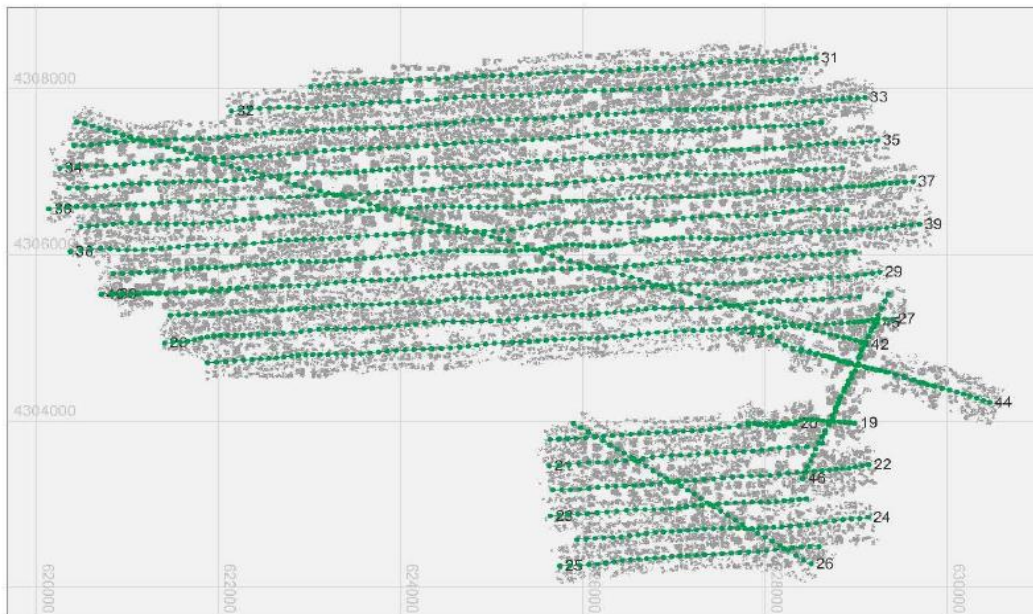
MATCH-AT

Visualización de la imagen



MATCH-AT

Resumen del vuelo

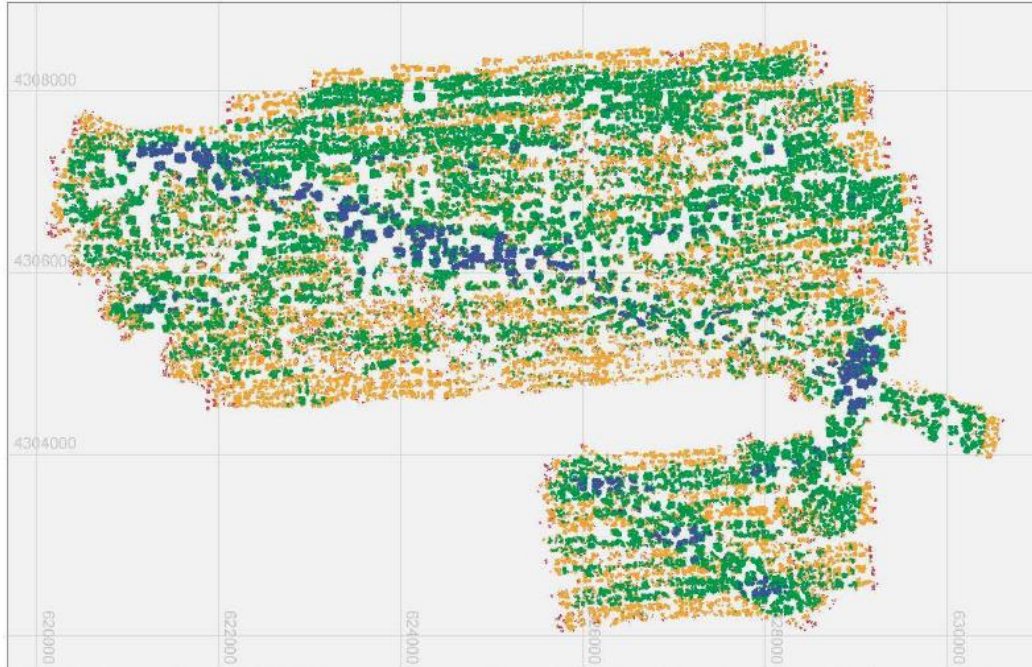


- : Localización de la cámara para 1583 de las fotos ajustadas.
- : Localización de la cámara para 0 de las fotos eliminadas.
- : Pasadas definidas en el proyecto.
- : Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.



MATCH-AT

Distribución de puntos de enlace



Distribución de puntos de enlace de 188235 puntos en el proyecto. El tamaño del punto y el color refleja el número de imágenes que contienen el punto. El área tiene una extensión planimétrica de alrededor: 11356 x 7342 [m] y un rango de altura de alrededor: 43 - 418 [m].

- Puntos encontrados en (0-2) imágenes.
- Puntos encontrados en (3-4) imágenes.
- Puntos encontrados en (5-10) imágenes.
- Puntos encontrados en (>10) imágenes.



MATCH-AT

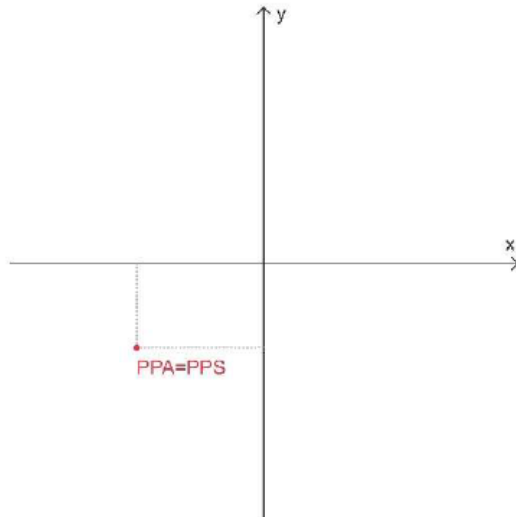
Calibración de la cámara

Datos de la cámara (Cámara: PhaseOneRS1000)

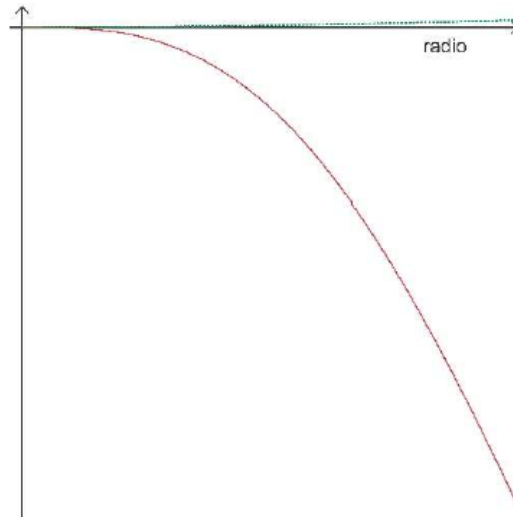
Fabricante	Custom	
Número de serie		
Sensor (anchura / altura) [pixel]	11608	8708
Tamaño del pixel (x / y) [micron]	4.6000	4.6000
Distancia del sampling del terreno (x / y) [m]	0.0400	0.0400
Tipo de la distorsión	Polynomial	
Distancia foca [mm / pixel]	51.7134	11242.0437
Distancia foca (Fx / Fy) [pixel]	11242.0437	11242.0437
Punto principal (x / y) [mm pixel]	-0.0652 5789.3235	-0.0432 4362.8885
Parámetros de distorsión: K0 / K1	0.000000E+00	-1.486739E-05
K2 / K3	4.877062E-09	-6.147719E-13
K4 / K5	0.000000E+00	0.000000E+00
P1 / P2	3.479302E-06	3.424138E-06

Datos de la plataforma data (Cámara: PhaseOneRS1000)

	X [m]	Y [m]	Z [m]
Offset de la antena GNSS	0.000000	0.000000	0.000000
	Omega (X) [deg]	Phi (Y) [deg]	Kappa (Z) [deg]
Desalineación de la antena de la IMU	-0.557975	-0.281586	-0.278558
Montaje y rotación de la cámara	---		



Posición del punto principal (x=-0.0652, y=-0.0432 [mm]) en la imagen.



Las líneas verdes discontinuas muestran la magnitud de las distorsiones descentradas de las 4 diagonales de la imagen. Esto da una impresión de lo que se perderá si sólo se utilizan los componentes de distorsión radial.



MATCH-AT

Valores de distorsión(Camara: PhaseOneRS1000)

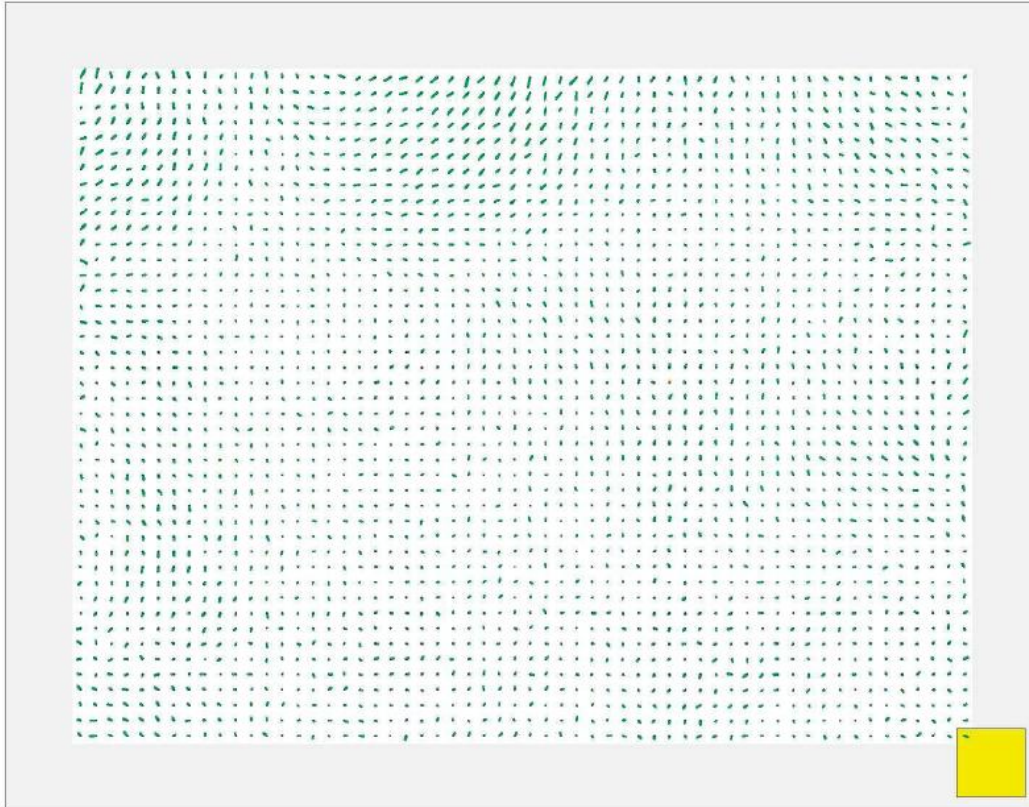
	Radio [mm]	Distorsión original [micron]
1	0.0000	0.0000
2	2.0000	-0.1188
3	4.0000	-0.9465
4	6.0000	-3.1736
5	8.0000	-7.4536
6	10.0000	-14.3858
7	12.0000	-24.4993
8	14.0000	-38.2379
9	16.0000	-55.9479
10	18.0000	-77.8674
11	20.0000	-104.1194
12	22.0000	-134.7068
13	24.0000	-169.5122
14	26.0000	-208.3007
15	28.0000	-250.7279
16	30.0000	-296.3519
17	32.0000	-344.6508
18	34.0000	-395.0462

Error de distorsión de los componentes simétricos radiales de los parámetros K0, K1, ... y P1, P2.



MATCH-AT

Residuales de imagen (Cámara: PhaseOneRS1000)



Media de los vectores residuales de la imagen (min=0.000, avg=0.321, max=1.265 [pixel]) para los elementos de la matriz de la imagen. Un elemento matriz de imagen se define en alrededor (200 x 200) pixeles.

- : Escala para los vectores residuales. El símbolo en el gráfico está correlacionado con 1 [pixel] de la imagen.
- ↘ :Media del vector residual de la imagen para los puntos en (0-2) imágenes.
- ↘ :Media del vector residual de la imagen para los puntos en (3-4) imágenes.
- ↘ :Media del vector residual de la imagen para los puntos en (5-10) imágenes.
- ↘ :Media del vector residual de la imagen para los puntos en (>10) imágenes.



MATCH-AT

Resultados del ajuste de bloque

Parameters for block adjustment

Modo GNSS	ON
Modo IMU	ON
Corrección de la curvatura terrestre	ON
Corrección de la refracción	ON

Precisión del ajuste del bloque

Sigma cero [micro]	1.5515
--------------------	--------

Media de la desviación estándar de los desplazamientos

X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m]
0.0147	0.0141	0.0154	0.0255

Media de la desviación estándar de las rotaciones

Omega [deg/1000]	Phi [deg/1000]	Kappa [deg/1000]
1.8771	1.8173	0.8452

Media de la desviación estándar de los puntos de terreno

X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m]
0.0127	0.0146	0.0375	0.0422



Orientación exterior (X,Y,Z) de las desviaciones estándar

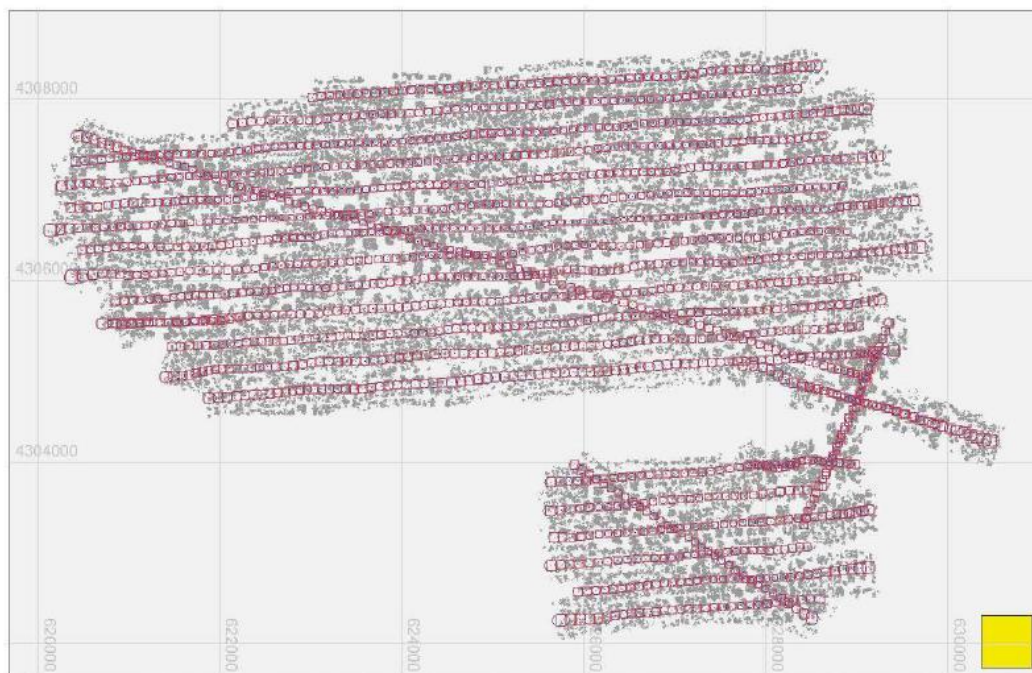


Gráfico con un 1583 fotos desde el Proyecto. Las localizaciones de la cámara se muestran con una desviación estándar para XYZ. El área tiene una extensión planimétrica de alrededor: 11356 x 7342 [m].

- Escala para los símbolos. El símbolo en el gráfico está corelacionado con 0.100 [m] en el objeto.
- La desviación estándar XY para los centros de proyección 1583 (min=0.015, avg=0.020, max=0.044 [m]).
- Desviación estándar Z para los centros de proyección 1583 (min=0.014, avg=0.015, max=0.025 [m]).
- Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.



MATCH-AT

Orientación exterior (Omega,Phi,Kappa) de las desviaciones estándar

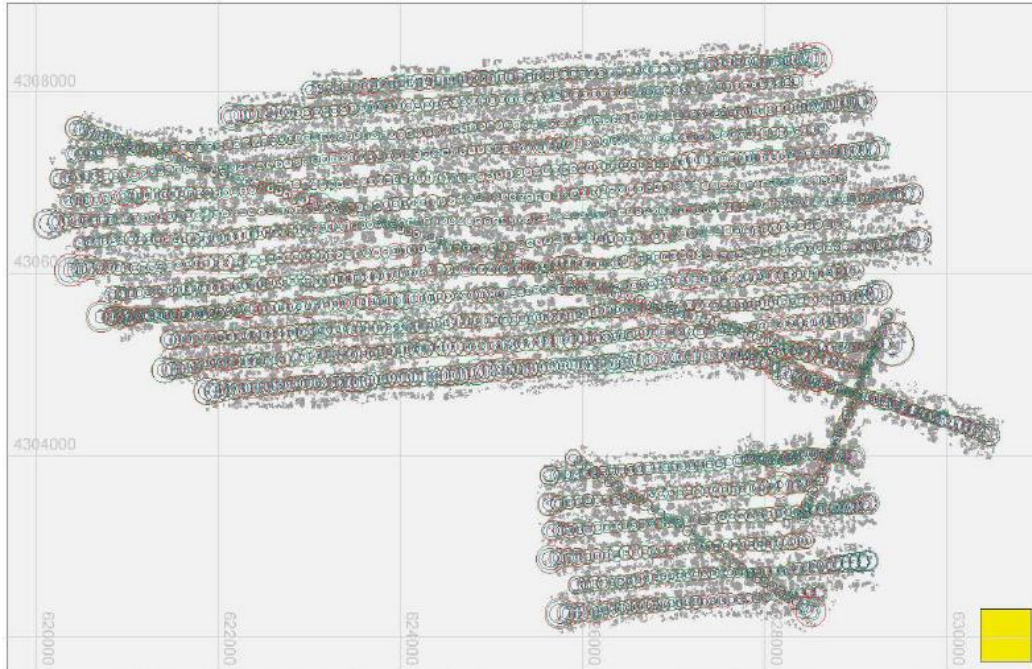


Gráfico con un 1583 fotos del proyecto. Las localizaciones de la cámara se muestran con una desviación estándar para omega,phi,kappa. El área tiene una extensión planimétrica de alrededor: 11356 x 7342 [m].

- Escala para los símbolos. El símbolo en el gráfico está corelacionado con 0.00757 [deg] en el objeto.
- Estandar desviación omega (X) para los centros de proyección 1583 (min=0.00094, avg=0.00188, max=0.00631 [deg]).
- Estandar desviación phi(Y) para los centros de proyección 1583 (min=0.00091, avg=0.00182, max=0.00602 [deg]).
- Estandar desviación kappa (Z) para los centros de proyección 1583 (min=0.00038, avg=0.00085, max=0.00296 [deg]).
- Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.



MATCH-AT

GNSS residuales

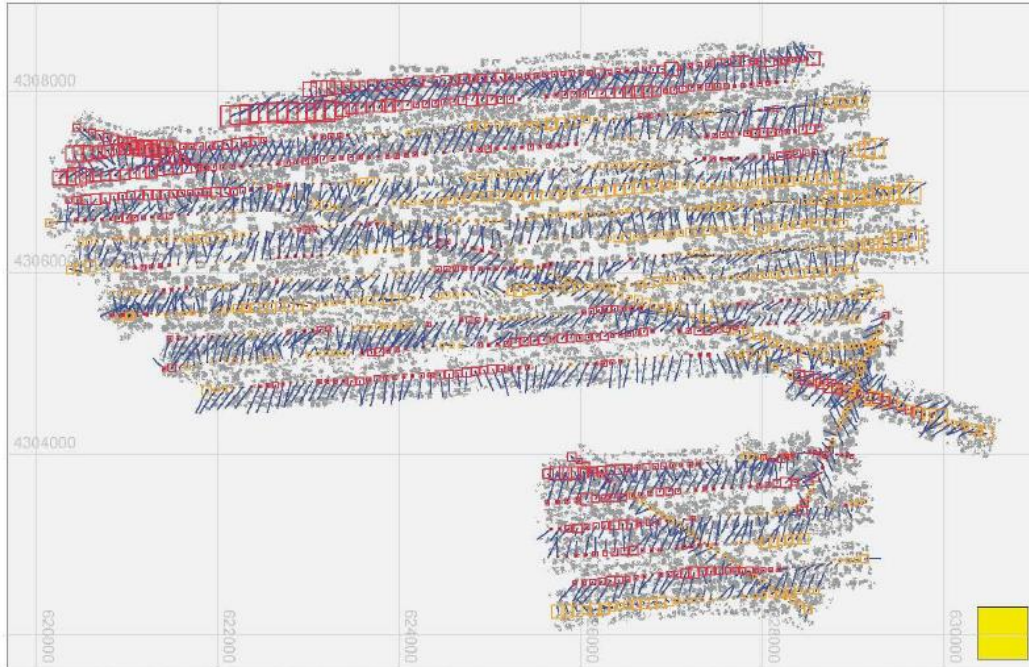


Gráfico con el 1583 de localizaciones de la GNSS desde el ajuste. Los puntos se muestran con todos los residuales para X,Y,Z desde el ajuste. El área tiene una extensión planimétrica alrededor : 11356 x 7342 [m].

- Escala para los símbolos. El símbolo en el gráfico está corelacionado con 0.438 [m] en el objeto.
- Residual XY (1583) para las posiciones GNSS (min=0.004, avg=0.134, max=0.322 [m]).
- Residual Z para (pos.:741/neg.:842) posiciones GNSS (min=-0.182, avg=-0.000, max=0.176 [m]).
- Residuo extremo XYZ para (0) posiciones GNSS.
- Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.



MATCH-AT

IMU residuales

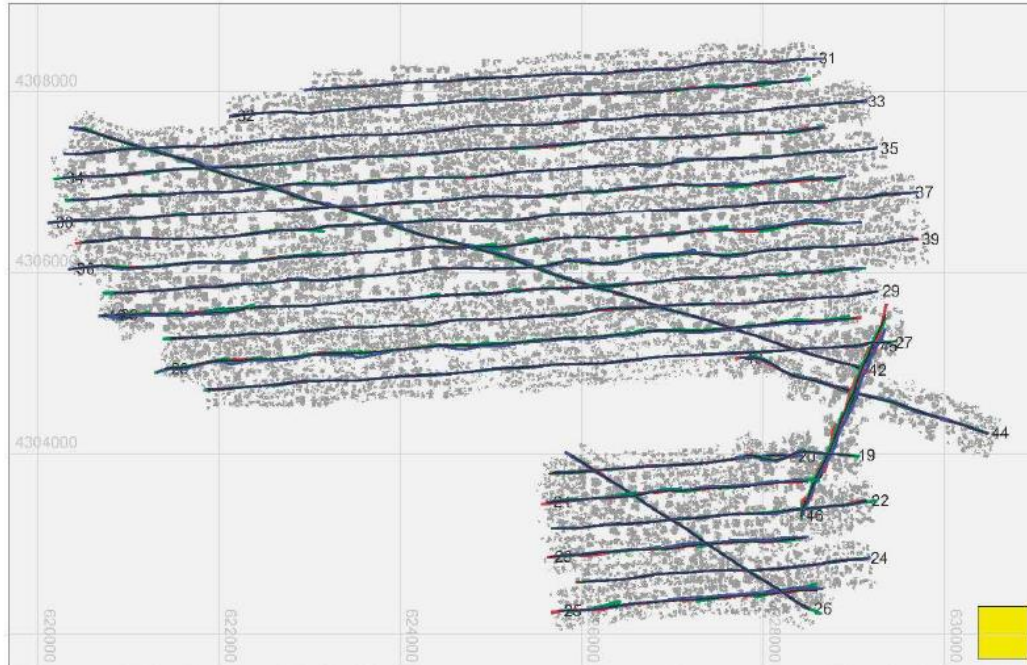


Gráfico con un 1583 localizaciones IMU desde el ajuste. Los puntos se muestran con sus residuales para omega,phi,kappa desde el ajuste. El área tiene una extensión planimétrica de alrededor 11356 x 7342 [m].

- Escala para los símbolos. El símbolo en el gráfico está corelacionado con 0.15293 [deg] en el objeto.
- :Omega (X) residual para(1583) para las posiciones IMU(min=-0.05573, avg=0.00116, max=0.04113 [deg]).
- :Phi (X) residual para(1583) para las posiciones IMU(min=-0.06087, avg=0.00446, max=0.07523 [deg]).
- :Kappa (Z) residual para(1583) para las posiciones IMU(min=-0.06755, avg=0.00011, max=0.07666 [deg]).
- Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.



MATCH-AT

Puntos de control y de terreno

Errores del punto de control del terreno

#	ID	Plegar	X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m]	Observación
1	PA01	10	0.0231	0.0057	0.0704	0.0743	
2	PA02	4	-0.0198	-0.0094	0.0130	0.0255	
3	PA04	3	0.0600	0.0247	0.0109	0.0658	
4	PA05	5	-0.0232	0.0456	-0.0400	0.0650	
5	PA10	11	0.0285	-0.0186	0.0007	0.0341	
6	PA11	10	0.0232	0.0036	0.0037	0.0237	
7	PA12	4	-0.0178	-0.0072	0.0269	0.0330	
8	PA13	6	-0.0197	-0.0665	-0.0139	0.0707	
9	PA14	4	0.0192	0.0134	-0.0297	0.0378	
10	PA6	5	-0.0507	0.0313	-0.0297	0.0666	
11	PA7	12	-0.0228	-0.0226	-0.0122	0.0343	
	Máximo		0.0600	-0.0665	0.0704		
	Media		-0.0000	-0.0000	0.0000		
	Sigma		0.0325	0.0305	0.0311		
	RMSE(x,y,z)		0.0310	0.0291	0.0297		
	RMSEr		0.0425	SQRT(RMSEx * RMSEx + RMSEy * RMSEy)			
	ACCr (95% nivel de confianza)		0.0736	RMSEr * 1.7308			
	ACCz (95% nivel de confianza)		0.0582	RMSEz * 1.9600			

Desviaciones estándar de puntos de control del terreno

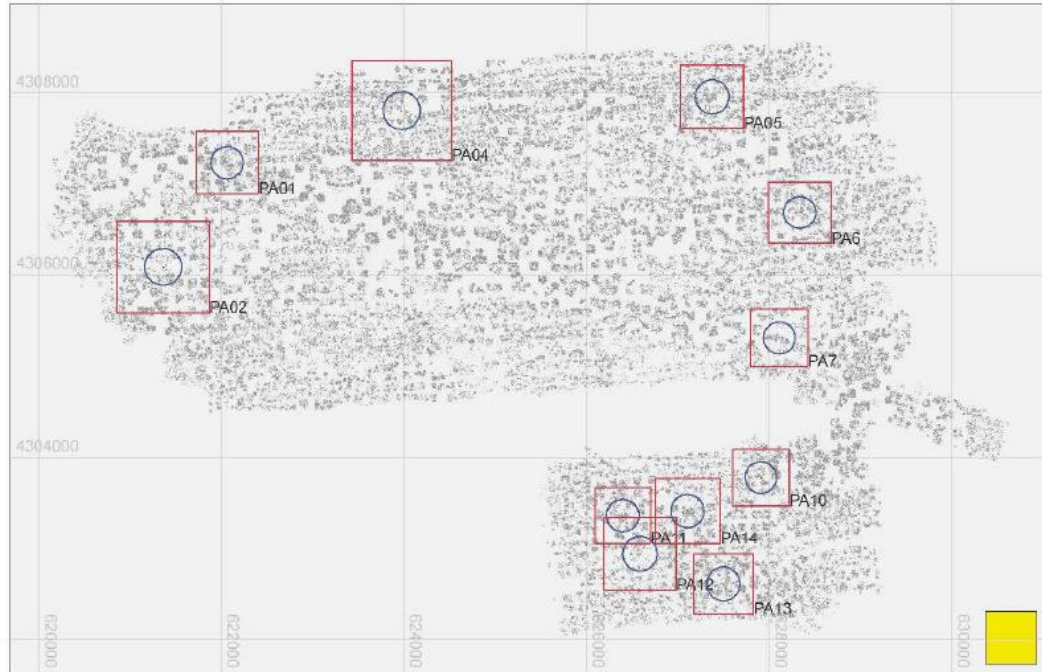


Gráfico con 1% de los puntos de control del proyecto. Los puntos se muestran con unas desviaciones estándar para XYZ desde el ajuste. El área tiene una extensión planimétrica de alrededor 11 x 11356 [7342].

- Escala para los símbolos. El símbolo en el gráfico está correlacionado con 0.015 [m] en el objeto.
- desviación estándar XY para 11 los puntos de control del terreno (min=0.013, avg=0.014, max=0.015 [m]).
- desviación estándar Z para 11 los puntos de control del terreno (min=0.016, avg=0.020, max=0.029 [m]).
- Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.



MATCH-AT

Puntos de control del terreno residuales

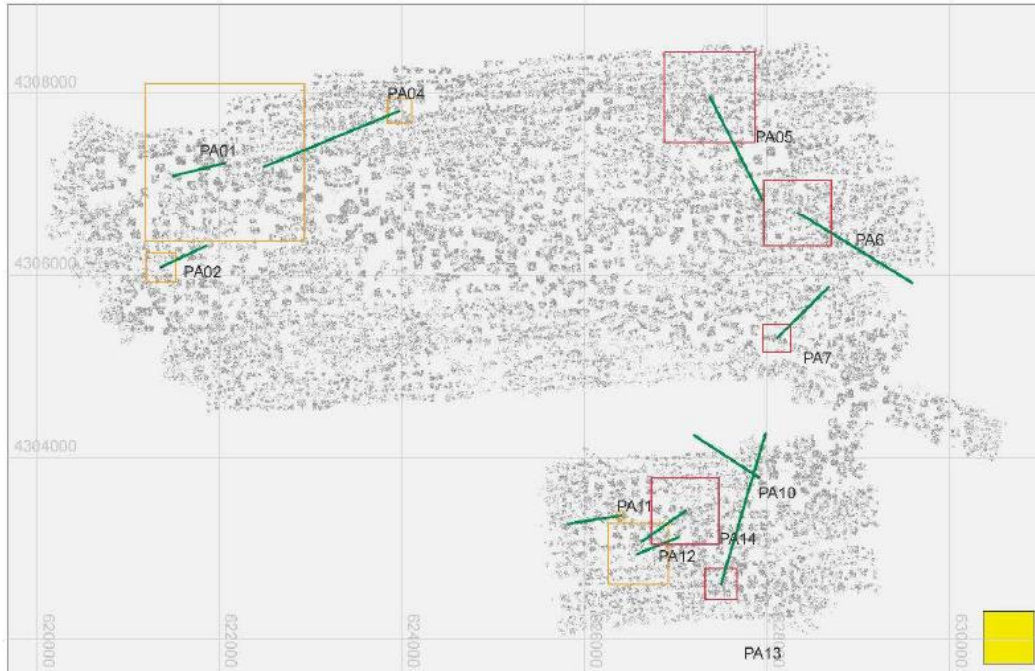
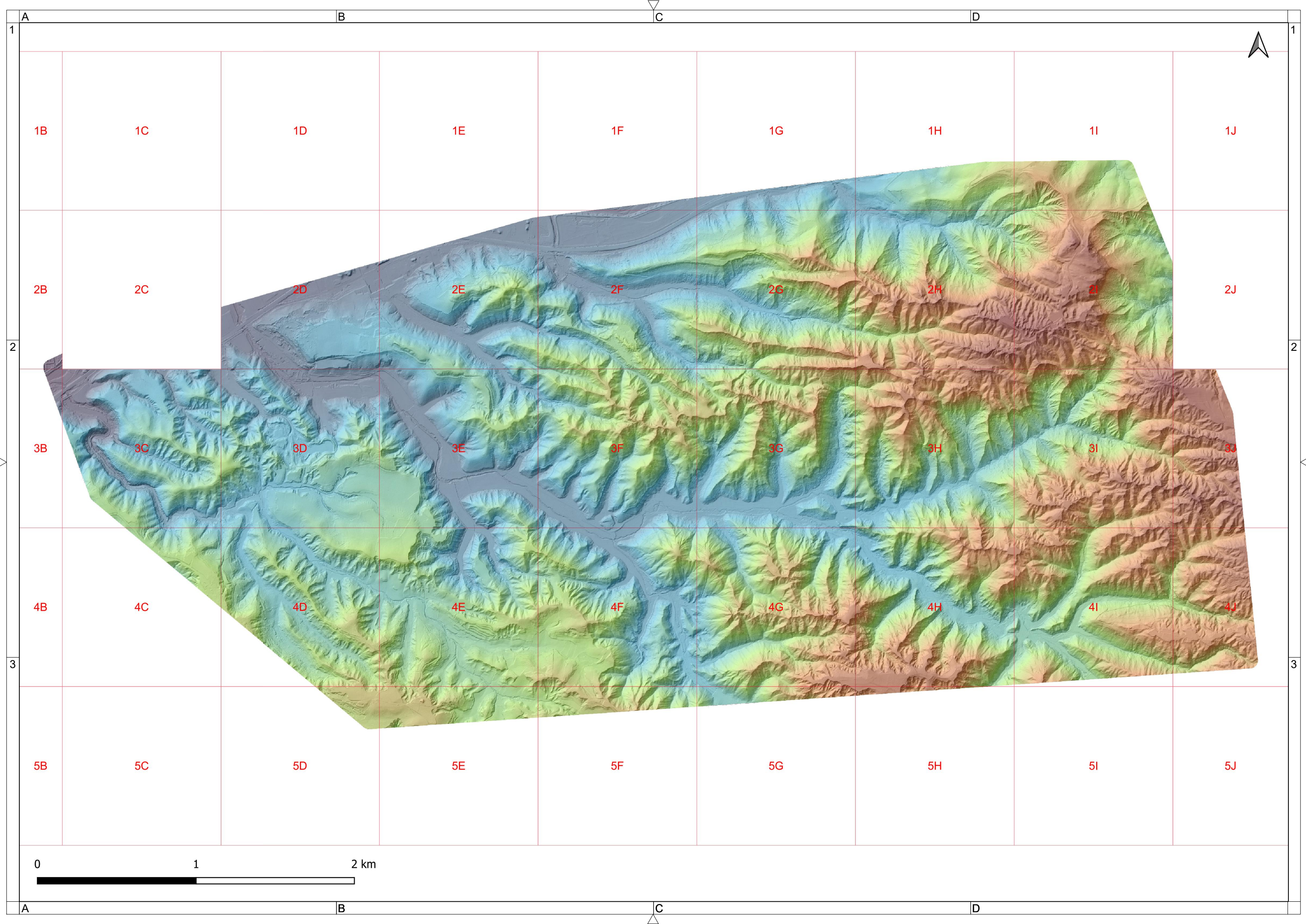


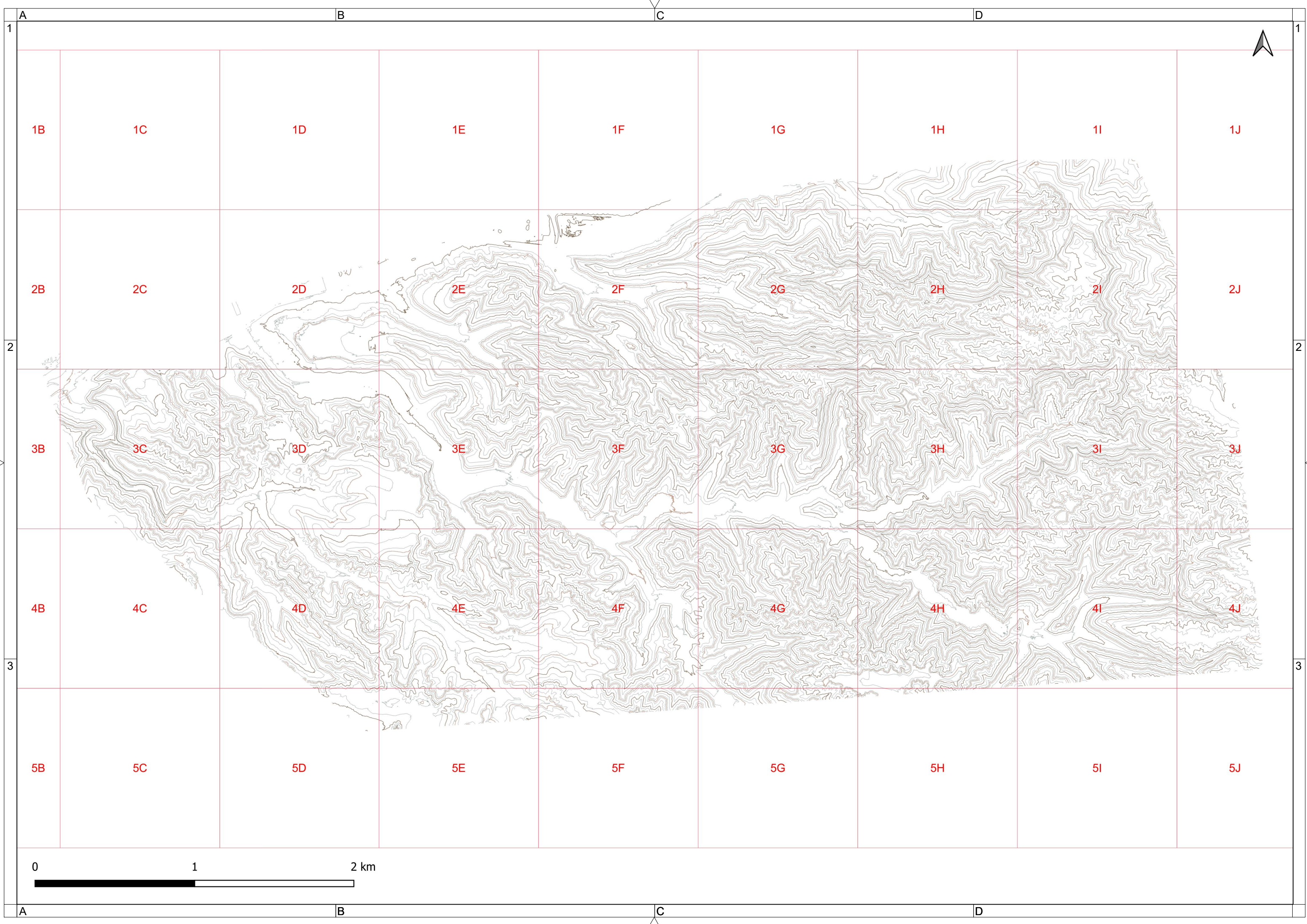
Gráfico con 1% de los puntos de control del terreno del proyecto. Los puntos se muestran con los residuales para XYZ desde el ajuste. El área tiene una extensión planimétrica de alrededor : 11 x 11356 [7342].

- Escala para los símbolos. El símbolo en el gráfico está corelacionado con 0.023 [m] en el objeto.
- Residual XY (11) para los puntos de control del terreno (min=0.019, avg=0.038, max=0.069 [m]).
- Residual Z (pos.:5/neg.:6) para los puntos de control del terreno (min=-0.070, avg=-0.000, max=0.040 [m]).
- Localización de los puntos de enlace para 188235 puntos.

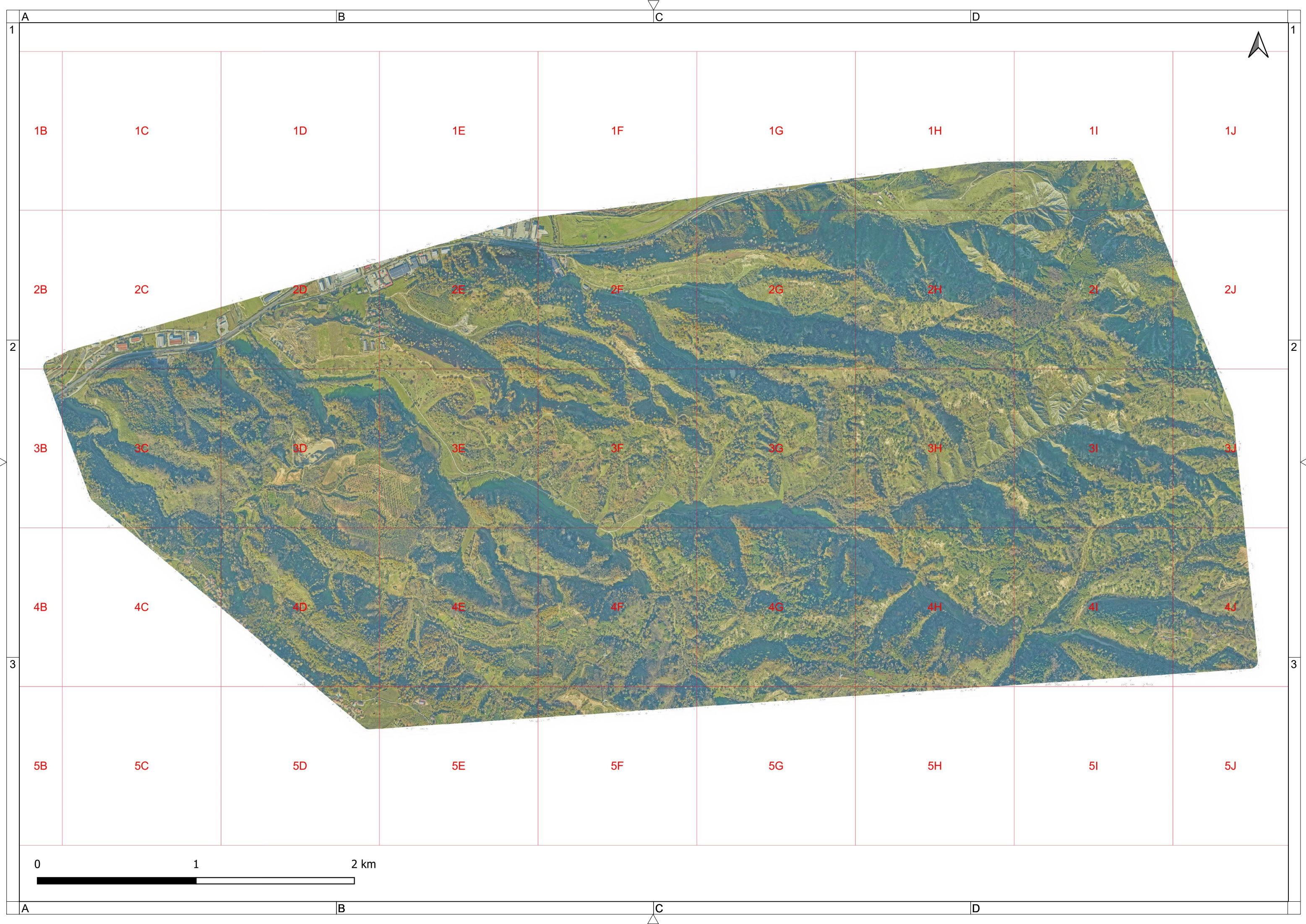
ALLEGATO 1 – MODELLO DIGITALE DEL TERRENO



ALLEGATO 2 – CURVE DI LIVELLO



ALLEGATO 3 – ORTOMOSAICO



1B 1C 1D 1E 1F 1G 1H 1I 1J

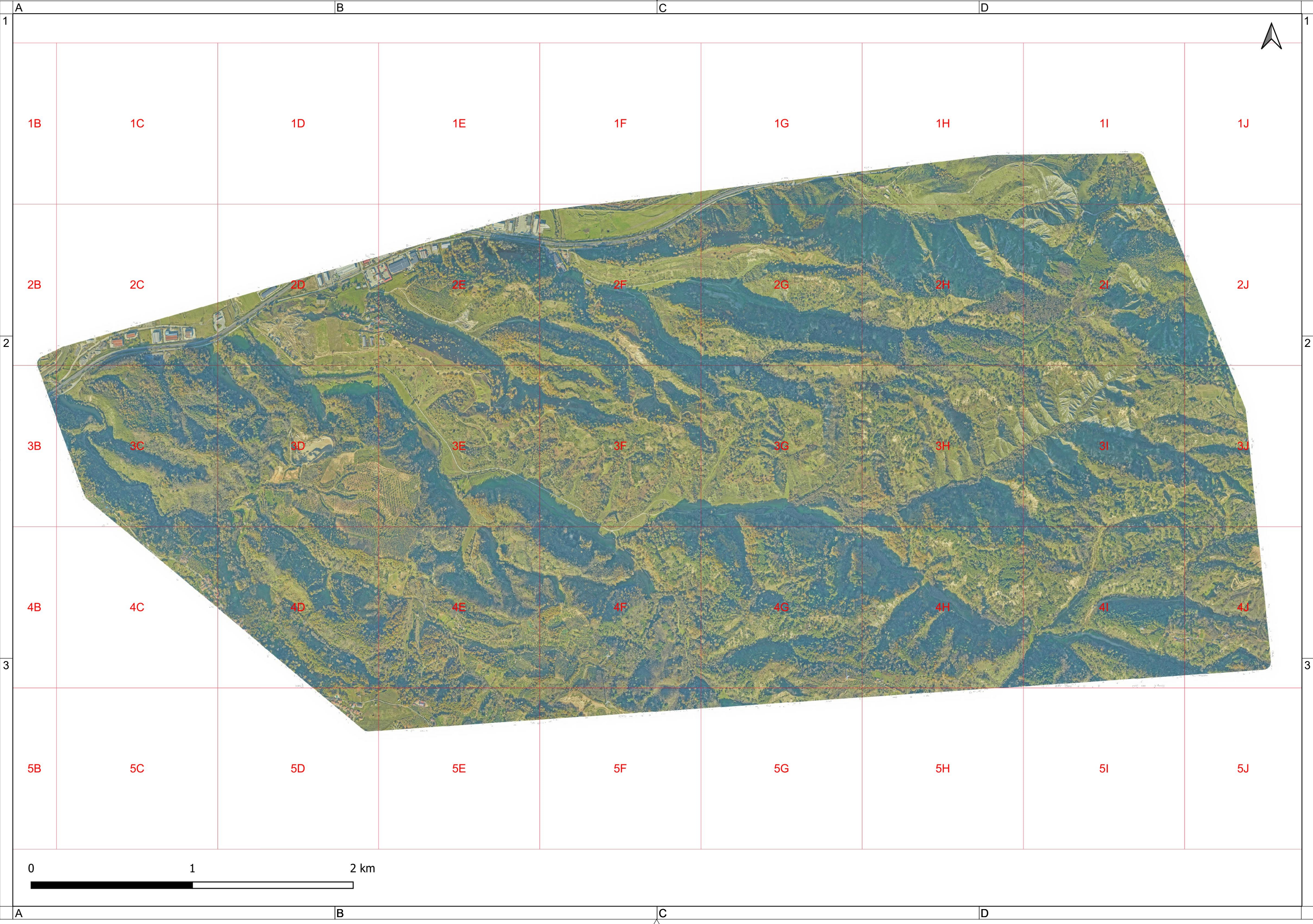
2B 2C 2D 2E 2F 2G 2H 2I 2J

3B 3C 3D 3E 3F 3G 3H 3I 3J

4B 4C 4D 4E 4F 4G 4H 4I 4J

5B 5C 5D 5E 5F 5G 5H 5I 5J

0 1 2 km



ALLEGATO 4 – SCHEDE TECNICHE STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Waveform Processing Airborne Laser Scanning System

RIEGL VQ[®]-580 II

- *high accuracy ranging based on RIEGL Waveform-LiDAR technology*
- *high laser pulse repetition rate up to 2MHz*
- *measurement rate up to 1,250,000 measurements/sec*
- *perfectly linear and parallel scan lines*
- *wide field of view of 75°*
- *excellently suited to measure on snow & ice*
- *interfaces for up to 5 optional cameras*
- *mechanical and electrical interface for IMU/GNSS integration*
- *removeable storage card and integrated Solid State Disk (SSD) for data storage*
- *compact, & lightweight design*
- *compatible with stabilized platforms and even small hatches*
- *seamless integration and compatibility with other RIEGL ALS systems and software packages*

In further development of the RIEGL VQ-580 Airborne Laser Scanner Series – the RIEGL VQ-580 II presents itself in a completely new design that successfully takes up the already proven qualities and leads them to a new standard of performance and user-friendliness.

Its new sophisticated design allows to further reduce the overall weight and enables the seamless integration into stabilized platforms, e.g. standard gyromounts, and also into even small hatches. The scanner is well suited for the use in manned aircrafts like helicopters, small fixed-wing aircrafts, or ultra-light planes.

Based on RIEGL's proven Waveform-LiDAR technology, the VQ-580II provides highly accurate point clouds, excellent vertical target resolution, calibrated reflectance readings, and pulse shape deviation for unsurpassed information content on each single measurement. With a measurement rate of up to 1,250,000 measurements/second and an extremely wide field of view of 75°, the scanner offers itself as the first choice for airborne surveying applications like corridor mapping, city modeling, and agriculture & forestry. The laser wavelength makes it especially suited for measurements on ice and snow.

An easy to remove CFast[®] storage card and an integrated Solid State Disk and/or the option for streaming the scan data via LAN TCP/IP interface are provided for data transfer and storage.



Typical applications include

- *Corridor Mapping*
- *Agriculture & Forestry*
- *Especially suited for Glacier Mapping and Snowfield Mapping*
- *Moist Grassland Mapping*
- *City Modeling*

visit our website
www.riegl.com



Laser Product Classification

Class 3B Laser Product according to IEC 60825-1:2014

The following clause applies for instruments delivered into the United States: Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for conformance with IEC 60825-1 Ed.3, as described in Laser Notice No. 56, dated May 8, 2019.

The instrument must be used only in combination with the appropriate laser safety box.



Range Measurement Performance
Measuring Principle

echo signal digitization, online waveform processing, time-of-flight measurement, multiple target capability

Laser Pulse Repetition Rate PRR ¹⁾	150 kHz	300 kHz	600 kHz	1200 kHz	2000 kHz
Max. Measuring Range ^{2), 3)} natural targets $p \geq 20\%$ natural targets $p \geq 60\%$	1850 m 2850 m	1350 m 2150 m	1000 m 1600 m	750 m 1200 m	550 m 950 m
Max. Operating Flight Altitude ^{2), 4)} Above Ground Level (AGL) natural targets $p \geq 20\%$ natural targets $p \geq 60\%$	1350 m 4450 ft 2100 m 6900 ft	1000 m 3280 ft 1600 m 5250 ft	750 m 2450 ft 1200 m 3950 ft	550 m 1800 ft 900 m 2950 ft	400 m 1300 ft 700 m 2300 ft
NOHD ⁵⁾ ENOH ⁵⁾	160 m 1020 m	110 m 710 m	70 m 480 m	40 m 310 m	30 m 200 m
Max. Number of Target per Pulse ⁶⁾	15	15	15	9	5

1) Rounded average PRR
 2) Typical values for average conditions and average ambient brightness. In bright sunlight, the max. range is shorter than under an overcast sky.
 3) The maximum range is specified for flat targets with size in excess of the laser beam diameter, perpendicular angle of incidence, and for atmospheric visibility of 23 km. Range ambiguities have to be resolved by multiple-time-around processing.
 4) Typical values for max. effective FOV 75°; additional roll angle $\pm 5^\circ$
 5) Nominal Ocular Hazard Distance (NOHD) and Extended Nominal Ocular Hazard Distance (ENOH), based upon MPE according to IEC 60825-1:2014, for non-persistent beam viewing (less than 600 laser pulses within a time period of 10 s) and non overlapping beam footprints. NOHD and ENOH increase when number of laser pulses exceeds this limit (persistent viewing).
 6) If more than one target is hit, the total laser transmitter power is split and, accordingly, the achievable range is reduced.

Minimum Range	20 m
Accuracy ^{7), 8)}	20 mm
Precision ^{8), 9)}	20 mm
Laser Pulse Repetition Rate ¹⁰⁾	up to 2000 kHz
Max. Effective Measurement Rate	up to 1 250 000 meas./sec. (@ 2000 kHz PRR & 75° scan angle)
Echo Signal Intensity	provided for each echo signal
Laser Wavelength	near infrared
Laser Beam Divergence	0,25 mrad ¹¹⁾

7) Accuracy is the degree of conformity of a measured quantity to its actual (true) value.
 8) Precision, also called reproducibility or repeatability, is the degree to which further measurements show the same result.
 9) One sigma @ 150 m range under RIEGL test conditions
 10) User selectable.
 11) Measured at 150 points, 0,25 mrad corresponds to an increase of 25 mm of beam diameter per 100 m distance.

Scanner Performance

Scanning Mechanism	rotating polygon mirror
Scan Pattern	parallel scan lines
Scan angle range	$\pm 37,5^\circ - 75^\circ$
Total Scan Rate	30 ¹²⁾ - 300 lines/sec.
Angular Step Width $\Delta \theta$	$0,002^\circ \leq \Delta \theta \leq 0,24^\circ$ ^{13), 14)}
Angle Measurement Resolution	0,001 [°]

12) The minimum scan rate depends on the selected laser PRR.
 13) The angular step width depends on the selected laser PRR.
 14) The maximum angular step width is limited by the maximum scan rate.

Data Interfaces

Configuration	LAN 10/100/1000 Mbit/sec
Scan Data Output	LAN 10/100/1000 Mbit/sec
Synchronization	Serial RS-232 interface, TTL input for 1 pps synchronization pulse, accepts different data formats for GNSS-time information
Camera Interface	1 connector with power, RS-232, pps, trigger, exposure 2 connectors with power, 2x trigger, 2x exposure

Data Storage

Permanently Installed Data Storage	Solid State Disc SSD, 1 TByte
Removable Data Storage	Cardholder for CFAST [®] storage cards (up to 240 GByte)

15) CFast is a registered trademark of CompactFlash Association.



Test Certificate

Model: **RIEGL VQ-580II**

Serial No: H2224632

first delivery

service / repair

Range Measurement Performance:

laser pulse repetition rate PRR (rounded values)	mean Amplitude [dB] @ mean range [m] diffuse reflectance $\rho_{\text{target}} \approx 100\%$	specified maximum range		calculated maximum distance with atmospheric attenuation *)		OK
		$\rho = 60\%$	$\rho = 20\%$	$\rho = 60\%$	$\rho = 20\%$	
150 kHz	23	2850 m	1850 m	2453 m	2118 m	<input checked="" type="checkbox"/>
2000 kHz	11,74	950 m	550 m	1256 m	813 m	<input checked="" type="checkbox"/>

*) Taking into account the atmospheric attenuation for visibility approx. 40 km.
Ambiguity to be resolved by post-processing with RIMTA software.

Measurement Accuracy and Precision:

reflectance of target plate	nominal distance	measured distance	specified accuracy	1 σ standard deviation	specified precision	OK
$\rho \geq 80\%$	129,258 m	129,258 m	+/- 20 mm	4,5 mm	+/- 20 mm	<input checked="" type="checkbox"/>
$\rho \approx 10\%$	131,323 m	131,325 m	+/- 20 mm	6,8 mm	+/- 20 mm	<input checked="" type="checkbox"/>

Measurement Rate:

maximum effective measurement rate	OK
up to 1 250 000 meas/sec.	<input checked="" type="checkbox"/>

Scan Speed:

specified scan speed	OK
30 lines/sec.	<input checked="" type="checkbox"/>
300 lines/sec.	<input checked="" type="checkbox"/>

Temperature Test:

specified operating temperature range	tested operating temperature range	OK
-5 °C up to + 40 °C	- 5 °C up to + 40 °C	<input checked="" type="checkbox"/>



Test Certificate

Interfaces:

- | | | |
|--|-------------------------------------|--------|
| Laser Safety Box | <input checked="" type="checkbox"/> | tested |
| TCP/IP interface 1000 Mbit/s connected to 1000 Mbit/s switch | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| GPS-Sync interface | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| CAM1 / CAM2 / CAM3 / CAM4 / CAM5 | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| C-Fast Interface | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| USB Interface | <input checked="" type="checkbox"/> | |

Power Supply: 22 °C +/- 3 °C, after 10 min. warm up

operating voltage [V]	current consumption[A] *)	resulting power consumption [W]	OK
20 V	5,15	10,3	<input checked="" type="checkbox"/>
24 V	4,28	10,3	<input checked="" type="checkbox"/>
28 V	3,65	10,2	<input checked="" type="checkbox"/>
32 V	3,11	10,0	<input checked="" type="checkbox"/>

*) Scanner at total scan rate of 300 lines/sec, laser active @ 100 %, PRR = 2000 kHz

Laser safety and classification:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| parameters of laser beam measured | <input checked="" type="checkbox"/> |
| laser classification protocol | <input checked="" type="checkbox"/> |

Parameter setting:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| parameters set to factory default values | <input checked="" type="checkbox"/> |
|--|-------------------------------------|

Instrument labelling:

- | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|----------|---------------|-------------------------------------|----------|
| laser classification | <input checked="" type="checkbox"/> | attached | company logos | <input checked="" type="checkbox"/> | attached |
| type plate with CE symbol | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |

tests performed: 21.05.2021 Uridt
date, sign

product released: 21.5.2021 R. P. S.
date, sign

Phase One Aerial Camera Systems

Phase One Industrial is a market leader in research, development and manufacturing of integrated medium format camera systems that were designed from the ground up exclusively for aerial photography.

Developed with leading experts and engineers in the field, Phase One aerial cameras offer exceptional accuracy, image quality and coverage that rival large-format cameras at a fraction of the price.

With a product line of cameras, lenses and a powerful controller complete with software, compatibility with leading flight management systems and GPS receivers, Phase One provides a comprehensive solution that meets the exacting needs of aerial photography and streamlines the entire capture and processing workflow.

Built for use on everything from small UAVs to large manned aircraft, Phase One aerial cameras are easily integrated into existing systems, both onboard the aircraft and in post-production.

Exceptional Performance

A true metric calibrated camera depends on sophisticated engineering and structural integrity.

Subjected to rigorous testing for varying applications in different environments, such as vibration, light and temperature ranges, Phase One cameras ensure exceptional functionality, consistent performance, reliability and pinpoint accuracy.

All cameras employ mechanisms to solidly lock their lens to the camera body and secure lenses at infinity focus if necessary.

- Proven accuracy
- Reliability at high shutter speed
- Record breaking capture rate
- Distortion free images
- Rugged and built to last
- Solid locking mechanism
- Cost effective solution

Applications

Phase One cameras offer reliability and versatility for users looking for a full-featured medium format aerial camera. Easily integrated into existing or new setups, the camera offers maximum connectivity with diverse systems for:

- Mapping
- Oil and gas pipelines monitoring
- Critical infrastructure inspection
- Power line monitoring
- Coastal surveillance
- Wind turbine blade inspection
- Disaster site monitoring and mapping
- Iceberg monitoring
- Forestry, vegetation identification, agriculture crop monitoring
- Hydrometric mapping
- Asset management
- 3D modeling
- Entertainment and game market
- Crowd monitoring
- City Mapping
- City planning



Sensor dimensions	53,4 x 40,1 mm
Sensor resolution	11608 x 8708 pixels (100 MP)
Pixel size	0,0046mm
Image size	IIQ: 80MB
Dynamic range	>72db
Color depth	16bits
ISO	50 - 6400
Shutter speed	up to 1/2500 second
Capture rate	0,6 img/s
Temperature	-10 a 40°C
Shutter type	Central (<i>leaf shutter</i>)
Weight	1.430 kg
Dimensions	97.4 x 93 x 110 mm
IR cut-off filter	Mounted on CMOS sensor
Data storage	CF card U-DMA 6 & 7
Interface	USB 3.0 connection

Camera Calibration Certificate

Camera Name	Phase One IXU RS-1000
Back Serial Number	YC010003
Sensor Resolution	11608 x 8708 (100 MP) (X Axis; Y Axis)
Pixel Size	4.6 μ m
Lens Type & Focal Length	50 MM
Lens Serial Number	12332628
Distance Setting	Infinity [m]
Date Of Calibration	22-Apr-21



Calibration results

(Australis Format)

PARAMETER	VALUE	STD Deviation
FOCAL LENGTH	51.7104 (mm)	0.0003 (mm)
PRINCIPAL POINT OFFSET		
XP	-0.1159 (mm)	0.0001 (mm)
YP	-0.0424 (mm)	0.0001 (mm)
RADIAL DISRORTION		
K1	-1.49839e-005	7.68749e-009
K2	5.04489e-009	1.49145e-011
K3	-6.10696e-013	9.03200e-015
RADIAL-ASYMMETRIC AND TANGENTIAL DISTORTION		
P1	3.2747e-006	1.30347e-008
P2	2.89695e-007	1.14632e-008
AFFINITY AND NON-ORTHOGONALITY		
B1	5.46660e-005	4.61401e-007
B2	-5.41563e-005	4.58579e-007

Calibration pictures exported using Capture One version 12
Lens distortion correction parameter used in exporting raw Tiffs – 0% correction.

The coefficients follow the model used by the photogrammetric software Australis where the corrected image coordinates (x_{corr} , y_{corr}) can be calculated from the measured coordinates (x_{meas} , y_{meas}) by using the following formulas:

$$x = x_{meas} - x_p$$

$$y = y_{meas} - y_p$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad \text{Where } x \text{ and } y \text{ are now with respect to the principal point.}$$

$$dr = K1 * r^3 + K2 * r^5 + K3 * r^7$$

$$x_{corr} = x + x * dr/r + P1 * (r^2 + 2 * x^2) + 2 * P2 * x * y + B1 * x + B2 * y$$

$$y_{corr} = y + y * dr/r + P2 * (r^2 + 2 * y^2) + 2 * P1 * x * y$$

YC010003 – 50 MM

Calibration results

(USGS format)

Camera	IXU_RS-1000_(50_mm)
Width	11608
Height	8708
PW	0.0046
PH	0.0046
F	51.7104
XP	-0.1159
YP	0.0424
K0	0
K1	-1.49839e-005
K2	5.04489e-009
K3	-6.10696e-013
K4	0
P1	3.2747e-006
P2	2.89695e-006
P3	0
P4	0

Calibration results

(INPHO format)

Camera	IXU_RS1000_(50_mm)
CCD_COLUMNS	11608
CCD_ROWS	8708
Pixel Width	0.0046
Pixel Height	0.0046
Focal length	51.7104
PIXEL_REFERENCE	Top Left
PPA X	5778.2988
PPA Y	4362.7175
K0	0
K1	-1.49839e-005
K2	5.04489e-009
K3	-6.10696e-013
K4	0
P1	3.2747e-005
P2	2.89695e-006
P3	0
P4	0

iIMU-FSAS-NG

IMU with Odometer Interface and Integrated Power Regulation

The iIMU-FSAS-NG is a very small size IMU consisting of 3 fiber optical gyros (FOG) in closed-loop technology of class 0.75 deg/hr and 3 servo-accelerometers of class 1.5 mg. It is available as triggered and free-running version.

- class 0.75 deg/hr / 1.5 mg / 400 Hz
- odometer interface and integrated stabilized power conditioning
- used in stabilization tasks, INS/GPS navigation, surveying, guidance & control
- fully compatible to well-known iIMU-FSAS, but 6 mm less height and 3 W less power consumption
- 1'500+ units in the field
- I/F compatible to iIMU-FSAS-HP
- ITAR free, no export control

The IMU is designed for ruggedized applications. The unit is delivered hard-mounted, i.e. without shock-absorbers, to provide best angular stiffness in surveying applications. The iIMU-FSAS can be operated on an unregulated wide range input supply voltage and is protected against wrong polarity and moderate over-voltage. The data output can



be triggered or free-running and the data are sent via RS422 on an UART or HDLC protocol. As an option the system can be delivered with an additional integrated odometer interface. All

signals are provided via a robust connector of type MIL-C-38999-III.

The iIMU-FSAS is manufactured in Germany and is used in many industrial, surveying and defence applications, also as a replacement with even additional functionality for Litton's LN-200™

or Honeywell's HG1700/1900™.

The iIMU-FSAS-NG is neither affected by ITAR regulations nor covered by any export control.

Hint: With iIMU-FSAS-HP iMAR provides also a footprint and connector compatible IMU with 10 times better gyro bias and ARW.

Technical Data iIMU-FSAS-NG-SI, iIMU-FSAS-NG-EI-R, iIMU-FSAS-NG-CCI/NCCI:

	Angular Rate	Acceleration
Sensor Range:	± 450 °/s	± 5 g (option: ±10 g or ± 20 g)
Bias: 0.75 deg/hr	(1 sigma)	1.5 mg
Bias Stability (Allan/Variance):	< 0.1 °/hr	(const. temperature)
Resolution:	0.1 arcsec / LSB	< 10 µg
Linearity / Scale factor error:	< 0.03 % / 0.05 %	0.05 / 2 ¹⁵ m/s/LSB
Angular random walk:	0.15 °/√h	(1 sigma)
		< 0.1 % / 0.1 %
		< 50 µg/√Hz
Output:	3 x angular increments + 3 x velocity increments	
Axis Misalignment:	< 0.1 mrad between all sensor axes	
Digital Interface:	- iIMU-FSAS-NG-SI/NCCI: data output via HDLC (RS422), 2 MBit/s; config. via UART RS422 - iIMU-FSAS-NG-EI-R/CCI: data output and config. via UART RS422	
Trigger Operation:	-SI / -EI: data output externally triggered; -CCI / -NCCI: free running output	
Odometer input:	available on iIMU-FSAS-NG-EI / iIMU-FSAS-NG-CCI: RS422 level, A/B	
Connector:	MIL-C-38999-III, 22 pin (male), type D38999/24WC35PA	
Data rate:	up to 400 Hz (depending on version: triggered or free-running continuous output)	
Sensor bandwidth:	gyro bandwidth internally 500 Hz, accelerometer bandwidth > 75 Hz	
First data after Power-On:	5 sec default (allows to configure the system within the first 5 sec); can be adjusted by parameter	
Temperature, Shock, Vibration:	-40...+71 °C (operating, case temperature), -40...+85 °C (storage) 30 g/1ms (without shock absorbers); 20...2'000 Hz, 6.3 g rms (endurance)	
Magnetic Insensitivity:	< 0.1 deg/hr / Gauss (< 20 Gauss)	
Environment / MTBF/ MTTR:	IP67 / 30.000 hrs (estimated) / 10 minutes	
Size, Weight:	iIMU-FSAS-NG-xx-E1: 116 x 128 x 98 mm (plus connector), approx. 1'780 grams iIMU-FSAS-NG-xx-E2: 128 x 128 x 98 mm (plus connector), approx. 1'840 grams	
Power, Start-up-Time:	10...34 V DC ; 16 W (typ. 13 W at 25 °C); < 1 sec; reverse-voltage protection Power-On/Off control line available (4...36 V, 8 mAmps)	

iMAR Navigation GmbH • Im Reihersbruch 3 • D-66386 St. Ingbert / Germany

Phone: +49-(0)-6894-9657-0 • Fax: +49-(0)-6894-9657-22

www.imar-navigation.de • sales@imar-navigation.de





TR-G3T

GPS L1/L2/L2C/L5, Galileo E1/E5A
GLONASS L1/L2

TR-G3T OEM board is based on our TRIUMPH Technology implemented in our TRIUMPH Chip. For the first time in the GNSS history we offer up to 100 Hz RTK. The TR-G3T board tracks GPS L1/L2/L2C/L5, Galileo E1/E5A, and GLONASS L1/L2.

The on-board power supply on TR-G3T OEM board accepts any voltage from +4.5 to +40 volts and delivers clean filtered voltage where needed. This eliminates the risk of power contamination (ripples) that can be created when clean power is generated elsewhere and delivered to the board via cables. TR-G3T board also includes drivers for four LEDs, ON/OFF and function button controllers. In addition, the board comes with large amount of flash for data storage. The CAN interface in TR-G3T board is provided complete with all associated hardware and firmware, not just the CAN bus. The same is true with all the serial RS232/RS422 ports in our board. Simply stated, additional functions are not needed to incorporate any of our TR-G3T OEM board in most applications.

In addition to timing strobe and event marker, the TR-G3T OEM board includes the option of complete IRIG timing system.



Channels	216
Satellites	Up to 32
Frecuencias: GPS Galileo GLONASS SBAS	C/A, L1, L2, L2C (L+M) E1 (B+C) C/A, L1, L2 L1
Update rate	Up to 500 Hz
Accuracy Código/Fase	10cm 1mm
Data storage	2048MB
1 PPS	Up to 2
Event marker inputs	Up to 2
Serial ports	2
Power supply	+6.0V a +40V
Power consumption	4,3w típ.

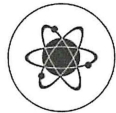
S10 The New Generation GNSS Receiver

Stonex S10, the most advanced integrated GNSS Receiver ever appeared on the geomatic scene, leads to a new generation of smart and open GPS, where the User has the ability to install customized applications directly on the receiver.

The advanced features of Stonex S10, such as automatic leveling with electronic bubble, make surveying much faster and accurate.

The sophisticated internal structure design guarantees a compact housing: GNSS antenna, GPS board, power board, RX/TX radio, smart battery, 3.5G module, BT module and Wi-Fi module all take place in a well organized space, optimizing performances and power consumption.

Stonex S10 is based on CORTEX-A8 platform with on board LINUX smart system combined with an excellent networking system. With the provision of a special SDK package it is possible to develop and install special applications that run inside S10 ecosystem, enabling an unlimited range of advanced applications.



MULTI CONSTELLATION

Stonex S10 with its 220 channels, provides an excellent on board real time navigation solution with high accuracy. All GNSS signals (GPS, GLONASS, BEIDOU and GALILEO) are included, no additional cost.



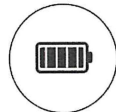
WEB UI CONTROL

To initialize, manage, monitor the settings of the receiver and to download data using portable or PC, smartphone or tablet.



TILT CENTERING

It's possible to measure points with inclination up to 30°. The tilt compensator installed inside can automatically correct the coordinates of the points collected in accordance with the tilt angle and tilt direction of the range pole.



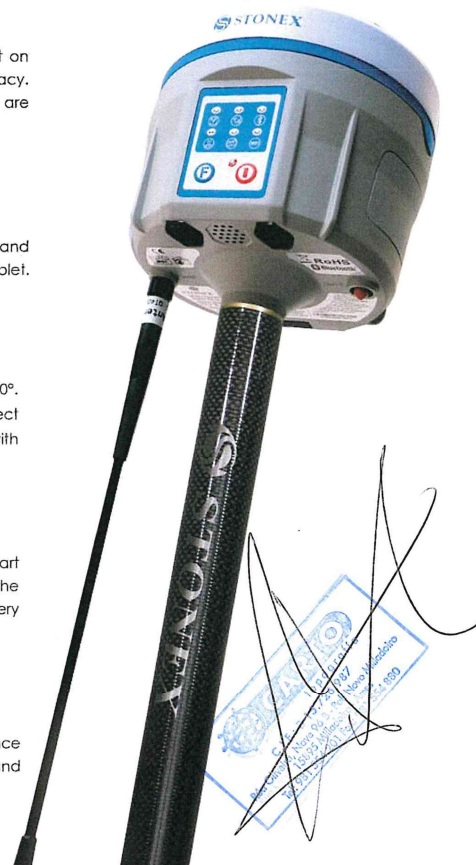
TWO INTELLIGENT BATTERIES

Stonex S10 is delivered with two high capacity smart batteries. The power level can be checked from the controller and directly from a simple led bar on the battery by the simple press of a button.



RUGGED DESIGN IP67 PROTECTION

IP67 certification, combined with a high shock resistance guarantee the maximum strength and the best water and dust tight even in harsh environments.





S10

The Smart & Open GNSS Receiver



The main structure of S10 is built with magnesium alloy material, making it strong, smart, light and eye-catching. The reason why Stonex has preferred magnesium among other materials is because its incredible advantages, including but not limiting to light weight, natural strength, shock absorption capability and excellent electromagnetic shielding performance.

The tilt compensator installed inside can automatically correct the coordinates of the points collected in accordance with the tilt angle and tilt direction of the range pole. In this way, it is not necessary to center it precisely.

When high precision is requested or when there is strong magnetic-field interference, users can choose to turn off the tilt centering and activate the electronic bubble installed inside. The receiver can automatically record the positioning data when the electronic bubble detects the correct level, with no action required by the operator. Positioning data is saved on the controller, on receivers as well as on the cloud storage, which ensures 100% data safety with no worry to lose any valuable data tracked.

High speed mobile data connection capability ensures rapid transfer of differential data in different formats (CMR, CMR+, RTCM2.x, RTCM3.x) with reliable Internet connection and very low latency.

Easy measures, easy configuration, fast survey

It's very easy to measure corners or edges of walls. Internal sensors can correct the coordinates of the points collected according to the tilt angle and tilt direction. Connect your mobile phone to the receiver Wi-Fi to change settings and monitor the receiver status using a standard web browser. The electronic bubble combined with the field software allows users to collect and store thousands of points automatically.



TECHNICAL FEATURES

RECEIVER

	GPS: L1 C/A, L2E, L2C, L5 GLONASS: L1 C/A, L1P, L2 C/A, L2P BEIDOU: B1, B2 GALILEO: E1, E5 AltBOC, E5a, E5b QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5 SBAS: L1, L5
Satellite Tracked	
Channels	220
Position Rate	20 Hz
Signal Reacquisition	< 1 sec
RTK Signal Initialization	Typically < 10 sec
Hot Start	Typically < 15 sec
Initialization Reliability	> 99.9 %
Internal Memory	4 GB
Micro SD Card	Expansion slot up to 32 GB

POSITIONING¹

HIGH PRECISION STATIC SURVEYING	
Horizontal	2.5 mm + 0.1 ppm RMS
Vertical	3.5 mm + 0.4 ppm RMS
CODE DIFFERENTIAL POSITIONING	
Horizontal	0.25 m RMS
Vertical	0.45 m RMS
SBAS POSITIONING²	
Horizontal	0.50 m RMS
Vertical	0.85 m RMS
REAL TIME KINEMATIC (< 30 Km) - NETWORK SURVEYING³	
Fixed RTK Horizontal	8 mm + 0.8 ppm RMS
Fixed RTK Vertical	15 mm + 1 ppm RMS

INTEGRATED GNSS ANTENNA

High accuracy four constellation micro-strip antenna, zero phase center, with internal multipath suppressive board

INTERNAL RADIO

Type	Tx - Rx
Frequency Range	410 - 470 MHz
Channel Spacing	12.5 KHz / 25 KHz
Maximum Range	3-4 Km in urban environment Up to 10 Km with optimal conditions ⁴

INTERNAL MODEM

Band	GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz WCDMA/HSDPA: 800/850/900/1900/2100 MHz
------	--

COMMUNICATION

I/O Connectors	7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multifunction cable with USB interface for PC connection
Bluetooth	2.4 GHz class II
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Web UI	To upgrade the software, manage the status and settings, data download, etc. via smart phone, tablet or other internet enabled electronic device
Reference outputs	RTCM 2.1, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 CMR, CMR+, RTCA
Navigation outputs	GGA, ZDA, GSA, GSV, GST, VTG, RMC, GLL

POWER SUPPLY

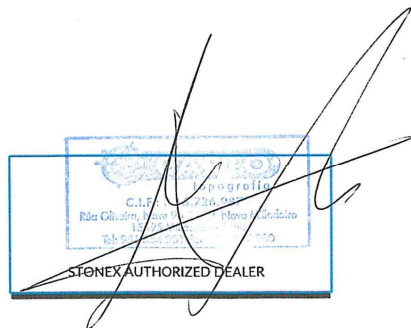
Battery	Rechargeable and replaceable 10.8 V - 3400 mAh Intelligent lithium battery
Voltage	9 to 22 V DC external power input with over-voltage protection (5 pins Lemo)
Working Time	Up to 7 hours (1 battery)
Charge Time	Typically 4 hours

PHYSICAL SPECIFICATION

Dimensions	∅ 140 mm x 145 mm
Weight	1.25 Kg (w/o battery) 1.45 Kg (with battery)
Operating Temperature	-40°C to 65°C (-40°F to 149°F)
Storage Temperature	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)
Waterproof/Dustproof	IP67
Shock Resistance	Designed to endure to a 2 m pole drop on concrete floor with no damage
Vibration	Vibration resistant

Illustrations, descriptions and technical specifications are not binding and may change

1. Accuracy and reliability are generally subject to satellite geometry (DOPs), multipath, atmospheric conditions and obstructions. In static mode they are subject even to occupation times: the longer is the Baseline, the longer must be the occupation time.
2. Depends on SBAS system performance.
3. Network RTK precision depends on the network performances and are referenced to the closest physical base station.
4. Varies with the operating environment and with electromagnetic pollution.



STONEX®
Part of UniStrong

Via Cimabue 39 - 20851 Lissone (MB) Italy
Phone +39 039 2783008 | Fax +39 039 2789576
www.stonex.it | info@stonexpositioning.com



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Don Marcos López Sánchez con D.N.I. 76617990-E, en calidad de Apoderado de la empresa Cartogalicia S.L., con C.I.F. B-15726987 según poderes otorgados ante el Notario D. Héctor Pardo García del Ilustre Colegio de Galicia certifica que el equipo "GPS STONEX S10" con número de serie "21611010034" cumple con las especificaciones del fabricante más adelante mencionadas.

El equipo ha sido verificado por nuestros técnicos en las oficinas de Cartogalicia sita en Rúa Oliveira nave 96B, Milladoiro – Ames (A Coruña) usando para ello nuestra red de bases GNSS "Galnet".

El resultado de la verificación es que el equipo está perfectamente operativo.
Y para que así conste firma en Milladoiro a día 01 de Octubre de 2021

SERVICIO TÉCNICO CARTOGALICIA

CARTOGALICIA
topografía
C.I.F.: B-15.726.987
Rúa Oliveira, Nave 96 B - Pol. Novo Milladoiro
15695 Milladoiro - Ames
Tel: 981 554 800 Fax: 981 554 800

MARCOS LÓPEZ SÁNCHEZ
ADMINISTRADOR CARTOGALICIA L.

CARTOGALICIA
topografía
C.I.F.: B-15.726.987
Rúa Oliveira, Nave 96 B - Pol. Novo Milladoiro
15695 Milladoiro - Ames
Tel: 981 554 800 Fax: 981 554 800



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Don Marcos López Sánchez con D.N.I. 76617990-E, en calidad de Apoderado de la empresa Cartogalicia S.L., con C.I.F. B-15726987 según poderes otorgados ante el Notario D. Héctor Pardo García del Ilustre Colegio de Galicia certifica que el equipo "GPS STONEX S10" con número de serie "S1022906010002" cumple con las especificaciones del fabricante más adelante mencionadas.

El equipo ha sido verificado por nuestros técnicos en las oficinas de Cartogalicia sita en Rúa Oliveira nave 96B, Milladoiro – Ames (A Coruña) usando para ello nuestra red de bases GNSS "Galnet".

El resultado de la verificación es que el equipo está perfectamente operativo.
Y para que así conste firma en Milladoiro a día 15 de Mayo de 2021

SERVICIO TÉCNICO CARTOGALICIA

A blue rectangular stamp with the company logo and contact information: 'CARTOGALICIA', 'C.I.F. B-15726987', 'Rúa Oliveira, Nave 96B - Milladoiro', 'Tel: 981 554 201 Fax: 981 554 860'. A large, stylized handwritten signature in black ink is written over the stamp.

MARCOS LÓPEZ SÁNCHEZ
ADMINISTRADOR CARTOGALICIA L.

A blue rectangular stamp with the company logo and contact information: 'CARTOGALICIA', 'C.I.F. B-15726987', 'Rúa Oliveira, Nave 96B - Milladoiro', 'Tel: 981 554 201 Fax: 981 554 860'. A large, stylized handwritten signature in black ink is written over the stamp.



European Aviation Safety Agency

SUPPLEMENTAL TYPE CERTIFICATE

EASA.IM.R.S.01486 Revision 1

This Supplemental Type Certificate is issued by EASA, acting in accordance with Regulation (EC) No. 216/2008 on behalf of the European Community, its Member States and of the European third countries that participate in the activities of EASA under Article 66 of that Regulation and in accordance with Commission Regulation (EC) No. 1702/2003 to

Stephen C. Murray
1407 South Coast Highway
Oceanside
CA 92054
United States

and certifies that the change in the type design for the product listed below with the limitations and conditions specified meets the applicable Type Certification Basis and environmental protection requirements when operated within the conditions and limitations specified below:

Original Product Type Certificate Number: EASA.R.008
Type Certificate Holder: Eurocopter
Models: AS 350 B, AS 350 B1, AS 350 B2,
AS 350 BA, AS 350 B3, AS 350 D
Original STC Number: FAA STC SR01521LA

Description of Design Change:

Installation of a Belly Utility Mount.

Note: This STC supersedes EASA.IM.R.S.01486.

Associated Technical Documentation:

- Aero Pacific Master Data List Doc. No. 350UM02 30, Rev. 1 dated 24 January 2006 or later EASA approved revisions.
- Aero Pacific Rotorcraft Flight Manual Supplement Doc. No. 350UM02 10, initial issue, dated 16 July 2003 or later EASA approved revisions.

Limitations and Conditions:

1. This STC provides approval for structural provisions for installation of other equipment. This other equipment for which these provisions are intended has not been certified. A separate EASA approval is required for the installation of this equipment.
2. Prior to installation of this modification the installer must determine that the interrelationship between this modification and any other previously installed modification will introduce no adverse effect upon the airworthiness of the product.
3. The installation of this modification by third persons is subject to written permission of the approval holder and holding and disposal of the approved appropriate documentation.

This Certificate shall remain valid unless otherwise surrendered or revoked.

For the European Aviation Safety Agency,

Date of issue: 04 March 2009

for 
Massimo MAZZOLETTI
Certification Manager

STC - EASA.IM.R.S.01486 Revision 1 - Stephen C. Murray